

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. v. Boguslawski

**Untersuchungen über Entwicklung, Wachstum
und Ertrag als Beitrag zur Erforschung des
Produktivitätstyps Sommerweizen
mit besonderer Berücksichtigung von
Photoperiode und Temperatur**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Ahmad Babaey
geboren in Täbris / Iran

Gießen 1973

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. v. Boguslawski

**Untersuchungen über Entwicklung, Wachstum
und Ertrag als Beitrag zur Erforschung des
Produktivitätstyps Sommerweizen
mit besonderer Berücksichtigung von
Photoperiode und Temperatur**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Ahmad Babaey
geboren in Täbris / Iran

Gießen 1973



Dekan: Prof. Dr. H. Schmutterer
1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski
2. Berichterstatter: Prof. Dr. J. Alkämper

Tag der mündlichen Prüfung: 14. September 1973

MEINER FRAU
GEWIDMET

UNTERSUCHUNGEN ÜBER ENTWICKLUNG, WACHSTUM UND ERTRAG ALS BEITRAG ZUR ERFORSCHUNG DES PRODUKTIVITÄTSTYPS SOMMERWEIZEN MIT BESONDE- RER BERÜCKSICHTIGUNG VON PHOTOPERIODE UND TEMPERATUR

1. Zusammenfassung	1
2. Einleitung	11
3. Material und Methoden	15
4. Ergebnisse	19
5. Diskussion	25
6. Literaturverzeichnis	29
7. Zusammenfassung	33
8. Literaturverzeichnis	37
9. Zusammenfassung	41
10. Literaturverzeichnis	45
11. Zusammenfassung	49
12. Literaturverzeichnis	53
13. Zusammenfassung	57
14. Literaturverzeichnis	61
15. Zusammenfassung	65
16. Literaturverzeichnis	69
17. Zusammenfassung	73
18. Literaturverzeichnis	77
19. Zusammenfassung	81
20. Literaturverzeichnis	85
21. Zusammenfassung	89
22. Literaturverzeichnis	93
23. Zusammenfassung	97
24. Literaturverzeichnis	101
25. Zusammenfassung	105
26. Literaturverzeichnis	109
27. Zusammenfassung	113
28. Literaturverzeichnis	117
29. Zusammenfassung	121
30. Literaturverzeichnis	125
31. Zusammenfassung	129
32. Literaturverzeichnis	133
33. Zusammenfassung	137
34. Literaturverzeichnis	141
35. Zusammenfassung	145
36. Literaturverzeichnis	149
37. Zusammenfassung	153
38. Literaturverzeichnis	157
39. Zusammenfassung	161
40. Literaturverzeichnis	165
41. Zusammenfassung	169
42. Literaturverzeichnis	173
43. Zusammenfassung	177
44. Literaturverzeichnis	181
45. Zusammenfassung	185
46. Literaturverzeichnis	189
47. Zusammenfassung	193
48. Literaturverzeichnis	197
49. Zusammenfassung	201
50. Literaturverzeichnis	205
51. Zusammenfassung	209
52. Literaturverzeichnis	213
53. Zusammenfassung	217
54. Literaturverzeichnis	221
55. Zusammenfassung	225
56. Literaturverzeichnis	229
57. Zusammenfassung	233
58. Literaturverzeichnis	237
59. Zusammenfassung	241
60. Literaturverzeichnis	245
61. Zusammenfassung	249
62. Literaturverzeichnis	253
63. Zusammenfassung	257
64. Literaturverzeichnis	261
65. Zusammenfassung	265
66. Literaturverzeichnis	269
67. Zusammenfassung	273
68. Literaturverzeichnis	277
69. Zusammenfassung	281
70. Literaturverzeichnis	285
71. Zusammenfassung	289
72. Literaturverzeichnis	293
73. Zusammenfassung	297
74. Literaturverzeichnis	301
75. Zusammenfassung	305
76. Literaturverzeichnis	309
77. Zusammenfassung	313
78. Literaturverzeichnis	317
79. Zusammenfassung	321
80. Literaturverzeichnis	325
81. Zusammenfassung	329
82. Literaturverzeichnis	333
83. Zusammenfassung	337
84. Literaturverzeichnis	341
85. Zusammenfassung	345
86. Literaturverzeichnis	349
87. Zusammenfassung	353
88. Literaturverzeichnis	357
89. Zusammenfassung	361
90. Literaturverzeichnis	365
91. Zusammenfassung	369
92. Literaturverzeichnis	373
93. Zusammenfassung	377
94. Literaturverzeichnis	381
95. Zusammenfassung	385
96. Literaturverzeichnis	389
97. Zusammenfassung	393
98. Literaturverzeichnis	397
99. Zusammenfassung	401
100. Literaturverzeichnis	405

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
I. <u>Einleitung zur Problematik und Literatur</u>	1
II. <u>Hauptteil</u>	17
A) <u>Zur Technik der Versuchsdurchführung und Methodisches</u>	
1. <u>Technik der kontrollierten Klimabedingungen</u> <u>(Phytotron)</u>	17
2. <u>Zur Durchführung der Gefäßversuche</u>	19
a) Phytotron-Gefäßversuch 1 / 1971	22
b) Phytotron-Gefäßversuch 2 (1971/72)	27
3. <u>Kastenversuch 1971</u>	31
a) Versuchsdurchführung	31
b) Witterung	32
4. <u>Feldversuch 1971</u>	34
a) Standortbeschreibung und Versuchsanstellung	34
a ₁) Standort (Klima, Boden)	34
a ₂) Versuchsanlage	36
B) <u>Ergebnisse</u>	38
1. <u>Phytotron-Gefäßversuch 1 / 1971</u>	38
a) Erträge	38
b) Ertragsanalyse	44
c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen	52
d) Stickstoff-Aufnahme	59

	<u>Seite</u>
2. <u>Phytotron-Gefäßversuch 2 (1971/72)</u>	65
a) Erträge	65
b) Ertragsanalyse	73
c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen	80
3. <u>Kastenversuch 1971</u>	90
a) Erträge	91
b) Ertragsanalyse	95
c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen	100
d) Stickstoff-Aufnahme	105
4. <u>Feldversuch 1971</u>	109
a) Erträge	110
b) Ertragsanalyse	117
c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen	122
d) Stickstoff-Aufnahme	130
III. <u>Diskussion</u>	133
IV. <u>Zusammenfassung</u>	175
V. <u>Literaturverzeichnis</u>	183
VI. <u>Anhang</u>	194

1. Einleitung zur Problematik und Literatur

Durch die Bevölkerungsexpansion auf der Erde wird die Nahrungsmittelversorgung der Menschen zunehmend angespannt. Über 2/3 der Weltbevölkerung leben in wirtschaftlich unterentwickelten Regionen und sind dazu verurteilt, ein mehr oder weniger kümmerliches Leben zu führen. Mehr als 20 % der Bevölkerung der Entwicklungsländer leiden Hunger, mehr als 50 % sind infolge mangelhafter Ernährung nicht im Vollbesitz von Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Es kommt hinzu, daß infolge von Überschwemmungen, Erdbeben, langen Trockenzeiten oder Heuschreckenplagen - also Notständen, von denen gerade die Bevölkerung in Entwicklungsländern immer wieder heimgesucht wird - und durch unzureichende Transport- und Verteilungsmöglichkeiten, Importschwierigkeiten u. a. - periodisch akute Hungersnöte auftreten, die mitunter ganze Kontinente schwersten Belastungen aussetzen (KRAUS/CREMER 1967).

Alle Berechnungen über den derzeitigen und künftigen Bedarf an Nahrungsmitteln müssen von der Bevölkerungsentwicklung ausgehen. Die gesamte Welt beherbergt z. Zt. (1969) etwa 3,55 Mrd. Menschen. Bis zum Jahre 1980 werden es nach der mittleren Schätzung der UN 4,3 Mrd. und bis zum Jahr 2000 sechs Mrd. - nach anderen Vorschätzungen sogar 6,9 Mrd. - sein.

Es wäre übertrieben, wenn wir uns Hoffnung machen würden, mit den heutigen Kapazitäten der Agrarproduktion dieses Problem bewältigen zu können. Die Diskrepanz zwischen der Nahrungsmittelerzeugung der Entwicklungsländer und der übrigen Gebiete wird dadurch noch verstärkt, daß in ersteren die Zunahme der Bevölkerung besonders hoch ist.

Der Getreidebau ist einer der rationalen Möglichkeiten für diese Länder, ihren Nahrungsbedarf einigermaßen zu decken. Unter den Getreidearten ist Weizen neben Reis eines der ältesten und wichtigsten Grundnahrungsmittel für die Menschheit.

Für die Weizenversorgung stellt somit die beschriebene Bevölkerungsentwicklung der Erde ein großes Problem dar.

Tabelle: 1

Anbaufläche, Produktion und
Mittelerträge von Weizen in verschiedenen
Kontinenten (1971)
(nach FAO 1971)

Kontinent	Anbaufläche Mill. ha	Produktion Mill. t	Ø-Erträge dz/ha
Europa	27,9	79,6	28,5
N.- u. M.Amerika	28,1	60,8	21,6
Südamerika	7,2	9,5	13,1
Asien	44,2	51,6	11,7
Afrika	8,8	8,9	10,1
Ozeanien	7,2	8,7	12,1
Welt	217,2	343,1	15,8
W. Deutschland	1,5	7,1	<u>46,2</u>
Iran	5,0	3,5	<u>7,0</u>

In Afrika und Asien, wo die Weizenерträge sehr niedrig liegen, wird das Mißverhältnis zwischen Bevölkerungszuwachs und Weizenproduktion immer größer.

Obwohl in den Weizendefizitländern für die Erzielung höherer Erträge große Anstrengungen gemacht werden, sind trotzdem durch fehlende Intensivierungsvoraussetzungen, besonders durch Wasserprobleme, die erwünschten Mehrerträge nur teilweise realisierbar. Außerdem dürften die gesamten Intensivierungsmaßnahmen nicht allein zum Erfolg führen, da die derzeitig vorwiegend angebauten Sorten meist primitive Landpopulationen darstellen und als solche nicht intensivierungsfähig sind. Dieses Problem ist die Ursache dafür, daß Pflanzenzüchter und Pflanzenbauer sich für die Schaffung entsprechender neuer Sorten und um bessere Anbaumaßnahmen bemühen, damit das Ertragspotential dieser Pflanzen in höheren Erträgen realisiert werden kann.

Das Interesse an der Weizenforschung wird dadurch besonders hervorgerufen, weil Weizen durch seine ökologische Anpassungsfähigkeit auf der Erde umfangreiche Anbaugebiete aufweist, die sich zwischen Äquator und den Polen finden - sofern überhaupt eine Vegetation sich einstellt. Somit stellt der Weizen eine Kulturpflanze für fast alle gegebenen Klimaräume dar, allerdings mit sehr verschiedenem Ertragsniveau.

Die wesentlichsten Klimafaktoren, die die Verhältnisse eines Klimaraumes beschreiben und denen der Weizen ausgesetzt ist, sind die Tageslänge (Photoperioden) und die Temperatur.

Die Wasserversorgung spielt zwar ebenfalls eine wesentliche Rolle, worauf bereits hingewiesen wurde, jedoch ist überall, wo eine Weizenvegetation möglich ist, auch eine Versorgung der Pflanzen mit Wasser gegeben. Wichtig erscheint, daß der Weizen in diesen Anbaugebieten, in denen ein relativer oder zeitweiser Wassermangel auftritt, in seiner Vegetation so gelagert ist, daß er diese zur Verfügung stehenden Wassermengen optimal nutzen kann. Besonders die Temperatur und der Rhythmus der Tageslänge können diesen Vegetationsablauf beeinflussen und stellen somit primäre Umweltfaktoren für einen Weizenanbau in Gebieten mit schwieriger Wasserversorgung dar.

Auf die Wirkung der Tageslänge und auf die Zusammenhänge zwischen Vernalisation, Tageslänge und Blühreife hat KLEBS bereits 1903, 1904 und 1913 hingewiesen. Die speziellen Untersuchungen über die Wirkung der Photoperiode wurden in großem Umfang durch die Arbeiten von GARNER und ALLARD (1920a, b, c, 1923, 1927, 1931) eingeleitet. Während diese vorwiegend den Einfluß der Tageslängen auf den Blühvorgang untersuchten und danach die Pflanzen in "Kurztagpflanzen" und "Langtagpflanzen" einteilten, sowie "tagneutrale" Typen unterschieden, wurde später auch die Einleitung der Blütenbildung, d.h. die Untersuchung sehr früher Zeitpunkte des Beginns der generativen Phase als Kriterium für die Tageslängenreaktion herangezogen.

Ausführliche Zusammenstellungen der Arbeiten über die Zuordnung von Arten und Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen zu verschiedenen

photoperiodischen Reaktionstypen finden sich bei R. SCHICK (1932), W. RUDORF und J. HARTISCH (1936), A. VOLK (1936), G. MELCHERS und A. LANG (1948) und B.S. MEYER und D.B. ANDERSON (1952).

Der Begriff der Lang- und Kurztagpflanzen, der mit der sogenannten kritischen Tageslänge verbunden ist, unterhalb bzw. oberhalb derer eine Blüte der Pflanze nicht eintritt, wurde später von MELCHERS und LANG (1948) auf quantitative Reaktionstypen erweitert, worunter die Pflanzen zu verstehen sind, die in der Blüte durch zunehmend kurze oder lange Tage beschleunigt werden.

Speziell die Getreidearten sind in diesem Sinne den quantitativen Langtagpflanzen zuzuordnen, d.h. sie werden durch zunehmend lange Tage in der Blütenbildung (Flower initiation) bzw. in der Blüte (flowering) beschleunigt. Eine ausführliche Beschreibung der allgemeinen Reaktionen auf die Länge der Photoperiode, die photoperiodischen Reize sowie der Licht-Dunkel-Reaktionen findet sich bei NAYLOR (1961), BORTHWICK und HENDERICKS (1961) und J.A. LOCKHART (1961).

Frühere Untersuchungen über photoperiodisch bedingte Sortenunterschiede bei den Getreidearten finden sich bei H. HURD-KARRER (1933), K. BOEKHOLT (1933), J. VOSS (1934), W. RUDORF (1934/35), H.H. McKINNEY und W.J. SANDO (1935), W. HEUSER und W. ZEINER (1936/37), G. STELZNER und J. HARTISCH (1938), H. SCHMALZ (1953) und A.K. FEDEROW (1953). Die Ursache für die in der Literatur zum Teil festzustellenden Widersprüche dieser Richtung ist vornehmlich in dem meist wenig berücksichtigten gleichzeitigen Einfluß anderer Umweltfaktoren auf photoperiodische Reaktionen zu suchen. Häufig ist z. B. der Einfluß der Temperatur auf die Tageslängenreaktion der Pflanzen und Sorten ungenügend beachtet worden, worauf insbesondere die Untersuchungen von H. HURD-KARRER (1933), H.H. McKINNEY und W.J. SANDO (1935), W. RUDORF (1935), L.M. KOPETZ (1937), R. HARDER und Mitarb. (1937), G. STELZNER und J. HARTISCH (1938), P. LIMBERG (1952), E. v. BOGUSLAWSKI und CH. WALDECK (1954) und R. LUCANUS (1955) eingegangen sind.

Neuere Untersuchungen über das Zusammenwirken von Tageslänge und Temperatur liegen neben den älteren von B. B. BAYLES und F. J. MARTIN (1931), L. HONECKER (1934) und H. SCHMALZ (1953) vor aus der Schule von E. v. BOGUSLAWSKI (ALLEWELDT 1956, LIMBERG 1961, BRET-SCHNEIDER-HERRMANN 1971), wobei besonders auf die grundlegenden Untersuchungen von ALLEWELDT an verschiedenen Sommerweizensorten des Weltsortiments hingewiesen werden muß. Die in neuerer Zeit von LIMBERG (1972) gegebene Übersicht ist durch die Untersuchungen von G. RIDELL und A. GRIES (1958a), F. WIENHUES (1961), R. F. WILLIAMS und L. N. WILLIAMS (1968), N. M. de VOS (1970), H. M. RAWSON (1970), F. KOLDERUP (1970) und E. J. KIRBY (1969/71) zu erweitern. Besonders hingewiesen werden muß in diesem Zusammenhang auch auf die grundlegenden Arbeiten von HEUSER und seinen Schülern (HEUSER und ZEINER, 1936/37), die feststellten, daß auch die Substanzproduktion bzw. der Ertrag und seine Komponenten von der Tageslänge indirekt über die Beeinflussung der Vegetationszeit selbst eine Beeinflussung erfährt. Neben dieser indirekten Wirkung manifestiert sich die direkte Wirkung der Photoperiode zumeist in einer Beeinflussung der Wachstums- und Differenzierungsrate (CHINOY und NANDA 1951, GALINAT und NAYLER 1951, GOTT, GREGORY, PURVIS 1955, LUCANUS 1955, ALLEWELDT 1956, SCHULZE 1957, LIMBERG 1958/59, LIMBERG und ENAYAT 1959 und de VOS 1970) häufig in Verbindung mit einem veränderten Wuchstyp, wie dies auch von LIMBERG (1958) an kurztag- und langtagbehandelten Pflanzen von *Lathyrus sativus* gefunden wurde.

Abschließend ist über die Untersuchungen des Einflusses der Photoperioden festzustellen, daß diese in der Regel sich auf die Erfassung qualitativer Merkmale wie z. B. der Blüteninduktion, der Nodienzahl bei Getreide, der Ährchenzahl und andere Merkmale beschränkt.

Eine gleichzeitige Untersuchung des gerade im pflanzenbaulichen Sinne wichtigen Ertrages erfolgt nur vereinzelt, und es ist das besondere Verdienst von E. v. BOGUSLAWSKI et al. (1962/63), LIMBERG (1972), BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1968/71), A. VÖMEL (1955) und NIOPEK (1960) und anderen Mitarbeitern dieser Schule, den Ertrag als

zentrale pflanzenbauliche Fragestellung mit in die Untersuchungen einzu-
beziehen, worauf unten bei der Beschreibung des Produktivitätstyps noch-
mals hinzuweisen sein wird.

Über den Temperaturfaktor liegen vorwiegend Untersuchungen zur Frage
der Vernalisation vor.

Bereits GASSNER (1910, 1918, 1953) hat seine Ergebnisse aus den Unter-
suchungen über das Vernalisationsbedürfnis von Weizenarten und -sorten
als Grundlage einer Typeneinteilung verwendet, in der der unterschiedliche
Kältebedarf der Genotypen zum Ausdruck kommt. Eine ausführliche Zu-
sammenstellung dieses Temperatureinflusses findet sich bei K. NAPP-
ZINN (1961) und O. N. PURVIS (1961). In dieser Hinsicht ist hier beson-
ders hervorzuheben, daß auch die Sommergetreidearten und besonders
der Sommerweizen ein gewisses Vernalisationsbedürfnis aufweisen können,
das erfüllt werden muß, wenn z. B. Untersuchungen an Sommerweizen
über die Tageslängenreaktion durchgeführt werden.

Ein eindrucksvolles Beispiel über die Veränderung der photoperiodischen
Reaktion bei nichterfülltem Vernalisationsbedürfnis haben SAMPSON und
BURROWS (1972) gegeben, die bei einiger Haferspezies eine Verzögerung
der Entwicklung bei zunehmender Tageslänge feststellten. Die gleichen
Arten wurden im Vernalisationszustand wie die übrigen untersuchten Ha-
ferarten und Sorten durch zunehmende Tageslänge in der Entwicklung
beschleunigt. Hieraus folgt, daß bei Untersuchungen über Temperatur-
und Tageslängenwirkung am Getreide der Temperaturverlauf dem Verna-
lisationsbedürfnis durch kühle Anfangstemperaturen Rechnung zu tragen
hat. Diese Kühltemperaturen sind hinsichtlich der Dauer nicht eindeutig
zu definieren und bewegen sich nach den in der Literatur vorliegenden
Ergebnissen zwischen 5 - 15 Tagen (LYSSENKO 1951), 19 Tagen (STELZ-
NER und HARTISCH 1938) und 25 Tagen (HEUSER und ZEINER 1936/37
und VOSS 1939).

Es genügt eine Vernalisationstemperatur von $+3$ bis $+4^{\circ}$ C (J. VOSS 1939,
H. SCHMALZ 1953 und W. HEUSER und W. ZEINER 1936/37).
ALLEWELDT (1956) untersuchte die Samenvernalisation von Sommerwei-

zensorten und faßt ihre Wirkung in 4 Gesichtspunkten zusammen:

1. Eine Samenvernalisation durch niedrige Temperaturen wirkt sich vornehmlich auf die Phasendauer "Ährendetermination (D) bis Hüllspelzenbildung (H)" aus. Ein sehr geringer Einfluß besteht noch auf die Phasendauer "Aufgang bis D", während die Dauer der Schoßphase ("H-Ährenschieben") von einer Samenvernalisation unabhängig ist.
2. Es gibt Sorten, die auf eine Samenvernalisation mit einer Beschleunigung oder Hemmung in der Entwicklung von "D - H" reagieren, und Sorten, die auf eine Samenvernalisation nicht reagieren.
3. Eine schwache Erhöhung der Nodienzahl des Halmes und der Zahl der Spindelglieder und damit indirekt auch der Kornzahl je Ähre tritt bei den auf Vernalisation reagierenden Sorten mit Zunahme der Phasendauer "D - H" ein.
4. Auf das Tausend-Korn-Gewicht wirkt eine Samenvernalisation nur indirekt ein, und zwar dadurch, daß sie eine Verschiebung der Kornproduktionsphase bewirkt, wodurch sich die Temperaturbedingungen für die Ausbildung des Korngewichtes ändern.

Neben der vernalisierenden Temperatur ist die Wirkung und Nachwirkung der Temperatur sowohl auf die Entwicklung als auch auf Wachstumsvorgänge von großer Bedeutung. Besonders den Temperaturen zu Anfang der Vegetation und schon bei der Keimung ist in mehreren Arbeiten besondere Beachtung geschenkt worden. LIMBERG (1961) stellt bei einer Reihe von Pflanzenarten zwei verschiedene Wirkungen dieser Temperaturen fest: Die direkte Beeinflussung der Keimungs- und Wachstumsvorgänge - also der Keimeigenschaften des Samens - wodurch bereits eine indirekte Beeinflussung des Ertrages (Pflanzenzahl, Gleichmäßigkeit des Bestandes) möglich ist. Zum anderen kann die Temperatur bei bestimmten Pflanzenarten einen indirekten Einfluß auf die späteren Entwicklungsvorgänge ausüben, bzw., wie bei unseren Winteranuellen, die Entwicklungsvorgänge überhaupt auslösen.

E. v. BOGUSLAWSKI und WALDECK (1954) stellten eine Beziehung zwischen den Anfangstemperaturen - "+11 bis +18° C" - (im ersten Drittel der vegetativen Phase) und der Gesamtblütenzahl bei Ölrettich fest. Ferner sind Nachwirkungen von hohen Anfangstemperaturen auf Entwicklungsvorgänge durch HARTISCH (1939) und RUDORF und SCHRÖCK (1941) bei Soja veröffentlicht. Mit mäßigen und hohen Anfangstemperaturen bei verschiedenen Lupinenarten konnte TROLL (1940) ebenfalls eine Nachwirkung auf Entwicklungsvorgänge nachweisen.

Der Temperaturbedarf der Arten und Sorten für die Gesamtvegetationszeit oder bestimmte Phasen der Entwicklung wurde rein empirisch ermittelt, wobei als Maß hierfür zunächst die sogenannte "Temperatursumme" festgestellt wurde. Die Wirkung des Faktors Temperaturverlauf, der bei bestimmten Arten einen erheblichen Einfluß auf die Entwicklungs- und Wachstumsvorgänge besitzt, konnte weitgehend aufgeklärt werden.

WENT (1945, 1957, 1961) hat den Faktor Temperaturverlauf als Temperaturperiodizität ("Thermoperiodicity") bezeichnet, worunter er sowohl den jahreszeitlichen ("Seasonal thermoperiodicity") als auch den täglichen ("Daily thermoperiodicity") Temperaturverlauf verstand. Allerdings umfaßt die jahreszeitliche Thermoperiodizität nur die Unterscheidung zwischen Winter- und Sommerverhältnissen und berücksichtigt das Ansteigen der Temperaturen vom Frühjahr zum Sommer hin nicht. WENT konnte durch die Versuche mit vielen Pflanzenarten im Phytotron das artspezifische Optima des Tag/Nacht-Temperaturverhältnisses (Phototemperatur/Nyctotemperatur) nachweisen. Er stellte fest, daß das optimale Verhältnis sich in der Regel im Lauf der Vegetationszeit verschiebt. Somit kann allein ein unterschiedliches Tag/Nachtverhältnis der Temperatur neben den Wachstumsvorgängen auch die Entwicklungsvorgänge erheblich modifizieren. Hierdurch wird gleichzeitig die Unhaltbarkeit der Temperatursummenregel, die nur von Mitteltemperaturen ausgeht, bei größeren Differenzen in der Temperaturperiodizität offensichtlich.

P. LIMBERG (1961) stellte fest, daß bei LATHYRUS SATIVUS für die

Wachstumsintensität in erster Linie die Tagestemperatur entscheidend ist und eine Erhöhung der Nachttemperatur um wenige Grade, insbesondere bei den älteren Pflanzen, eine deutliche Wachstumshemmung bewirkt. Hierdurch wurde auch gleichzeitig die Substanzproduktion eingeschränkt. Außer den Wachstumsvorgängen wurde auch die Entwicklung durch die Erhöhung der Nachttemperaturen, allerdings nur bei gleichzeitig hohen Phototemperaturen, beeinflusst.

In Arbeiten von HARTSEMA, LUYTEEN und BLAAUW (1930) konnte über Temperaturwirkungen bei Zwiebel- und Knollengewächsen und WENT (1944 und 1945) bei Tomaten eine spezifische Wirkung sowohl des Temperaturverlaufs während der Vegetationszeit als auch während des Tages nachgewiesen werden (siehe auch bei HARTSEMA 1961).

Da bei Weizen in der Embryonalphase eine Entwicklungsüberlappung zwischen der Mutterpflanze und dem bereits angelegten Embryo (Tochterpflanze) vorliegt, werden die bestimmten Umweltwirkungen durch das Saatgut (Tochterpflanze) übertragen. Hierfür wird eine zusammenfassende Wirkungsweise der Umweltfaktoren auf die Nachbaugeneration nach P. LIMBERG (1972) zitiert:

1. Umweltwirkungen auf den heranwachsen Embryo, wodurch eine direkte Determination bestimmter Lebensvorgänge der aus diesem Embryo aufwachsenden Pflanze zustande kommt. Es handelt sich somit hierbei um eine physiologische Stimmung des Embryo, also eine Induktion, welche beispielsweise der Vernalisation vergleichbar ist.
2. Umweltbedingungen zu einem beliebigen Zeitpunkt - oder Abschnitt - bzw. während der gesamten Herkunftsvegetation, welche sich über eine modifizierte Gesamtkonstitution der Elternpflanzen, sowohl auf die quantitativen als auch auf die qualitativen Eigenschaften des Kornes (Embryo + Endosperm) auswirken.

Wie KOSTJECENKO und CARUBAILO (1937) mitgeteilt haben, ist eine Vernalisation bei verschiedenen Weizensorten unter natürlichen Bedin-

gungen, und zwar bei anhaltend mäßigen Temperaturen vor der Ernte bereits auf dem Halm der noch wachsenden Pflanze möglich.

RIDELL und GRIES (1958a) haben bei Winterweizen einen sortenspezifisch modifizierenden Einfluß der hohen Temperaturen während der Ausreife des Saatgutes auf die Entwicklung (Blütenanlegung und Blühbeginn) in der nächsten Vegetation, d.h. auf den Herkunftswert feststellen können.

Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf Wachstum und Entwicklung sowie auf die Ertragsbildung der Pflanzen unter natürlichen Bedingungen, wie sie z. B. vielfach in gemäßigttem Klima durch verschiedene Saatzeiten angestellt werden, leiden unter der Schwäche, daß gleichzeitig mit der veränderten Saatzeit auch andere Umweltfaktoren (Tageslänge) modifiziert werden. Eine Isolierung der einzelnen Klimafaktoren in solchen Versuchen ist nur schwer und auch bei Benutzung statistischer Werte aus langjährigen Versuchsanstellungen nur mit bedingtem Erfolg durchzuführen. Um aber das Wechselspiel zwischen Genotyp und Umwelt hinsichtlich einzelner definierter Klimafaktoren, wie hier die Temperatur und Tageslänge, kontrolliert untersuchen zu können, sind in den letzten 20 Jahren solche Versuche in zunehmendem Maße unter kontrollierten, künstlichen Klimabedingungen in Klimakammern durchgeführt worden. Auch die Ergebnisse von WENT wurden mit diesem experimentellen Mittel gewonnen (WENT 1957).

Zahlreiche Versuchsergebnisse mit Getreide (u. a. BRETSCHNEIDER-HERRMANN 1965 und WELDE-JOHANES 1963) zeigen allgemein, daß zunehmende Temperaturen eine Entwicklungsbeschleunigung bei gleichzeitiger Erhöhung der Differenzierungs- und Wachstumsrate zur Folge haben, daß aber aufgrund der Verkürzung der Vegetationszeit und insbesondere der Verkürzung der Kornbildungsphase schließlich niedrigere Enderträge erreicht werden.

Unter natürlichen Umweltbedingungen und gerade in tropischen und subtropischen Gebieten, in denen eine ausreichende Wasserversorgung zeitlich begrenzt ist, kann jedoch eine Verkürzung der Vegetationszeit im

allgemeinen und eine Beschleunigung der Entwicklung und des Wachstums eine wichtige Voraussetzung zur Erzielung eines Ertrages überhaupt sein, da die Vegetation zu später reifenden Pflanzen vorzeitig durch Trockenheit und zu hohe Temperaturen abgeschnitten wird und ein totaler Ertragsausfall die Folge sein kann.

Somit gilt es gerade für diese Gebiete Arten und Sorten zu finden und zu selektieren, die durch die Temperatur und Tageslängenverhältnisse in ihrer Entwicklung und ihrem Wachstum stark gefördert werden, während für gemäßigte Klimata, in denen eine längere Vegetationszeit vom Klima her gegeben ist, Genotypen mit langsamer bzw. "suboptimaler" Entwicklung (WIENHUES 1961) zu einer höheren Produktion notwendig sind. Somit ergibt sich die Notwendigkeit, nicht nur auf einige Merkmale der Pflanzenentwicklung, wie z. B. der Blüteninduktion, der Blüte selbst, dem Ährenschieben bei Getreide u. a., die Wirkung von Temperatur und Tageslänge zu untersuchen, sondern gleichzeitig das Wachstum mitzuberücksichtigen und schließlich den Ertrag als Ergebnis des Zusammenspiels zwischen Wachstum und Entwicklung als zentrale Frage in die Untersuchungen mit einzubeziehen.

Während der Vegetation durchläuft die Pflanze, besonders im Zusammenhang mit dem Generationswechsel "Zustände" bzw. Stufen (in der angelsächsischen Literatur: stages) der Entwicklung. Unmittelbar nach Erreichen einer neuen Stufe - d. h. nach der Differenzierung neuer Organe - findet innerhalb der Entwicklungsphasen ein mehr oder weniger intensives Wachstum statt. So kommt es, daß mit zunehmender Zahl der Phasen, also mit fortschreitender Entwicklung, das Massenwachstum bei den meisten Pflanzenarten intensiviert wird (v. BOGUSLAWSKI, P. LIMBERG und B. SCHNEIDER 1962/63).

Nach E. v. BOGUSLAWSKI und P. LIMBERG wird die Entwicklung durch die inneren Zustandsänderungen der Pflanze ausgelöst, die sich in einer morphologischen Differenzierung manifestiert, während das Wachstum die zur Substanzzunahme führende Zellvermehrung darstellt (aus LIMBERG 1960).

Andere Autoren, wie v. DENFFER, SCHUMACHER, MÄGDEFRAU und FIRBAS (1967), betrachten das Wachstum als protoplasmatische Tätigkeit, die mit einer Formvergrößerung und Substanzzunahme verbunden ist.

LINZBACH (1962) bezeichnet all jene Größenänderungen als Wachstum, die gleichzeitig mit einer Vermehrung strukturierter, reproduktionsfähiger Nukleoproteide vom Typ der DNS einhergehen.

WALTER (1947) ist der Meinung, daß das Wachstum eine irreversible Substanzzunahme lebender Organismen wäre, die mit einem komplizierten Vorgang verbunden sei. Wachstum wird einerseits durch die Erbanlagen gesteuert, ist andererseits vom Einfluß der Wachstumsfaktoren abhängig, und ist durch eine ständige Zellvermehrung gekennzeichnet. Erfolgt keine weitere Zellteilung mehr, so erhalten die Zellen mit der Zeit ihre endgültige Größe.

Nach LINSER (1968) ist das Wachstum einer pflanzlichen Zelle die Zunahme ihrer Trockenmasse oder ihrer Frischsubstanz, verbunden mit einer Zunahme ihres Volumens. Vermehrt sich die Wassermenge in der Zelle, so nennt er diesen Vorgang "Zellstreckungswachstum", vermehrt sich aber die Trockenmasse in der Zelle, so ist diese auf die Vermehrung zweier verschiedener Arten von Zellbestandteilen zurückzuführen. Es sind einerseits hochmolekulare Zellstrukturen, die aus Protoplasma-, Organellen- und Kernsubstanz bestehen, die die lebentragenden biochemischen Umsetzungen in der Zelle durchführen und die dabei selbst wachsen können. Sie werden als "lebendes System" bezeichnet.

Andererseits sind es Strukturen wie Stärke, Zellulose, Reserveeiweiß und niedermolekulare organische Stoffe, die durch die Tätigkeit des lebenden Systems zustandekommen und als "Produkt" bezeichnet werden. So kann das Gesamtwachstum einer pflanzlichen Zelle als Resultat der Tätigkeit des "lebenden Systems" angesehen werden.

Jede Zelle enthält (LINSER 1967) "lebendes System", "Produkt" und die von außen aufgenommenen mineralischen Nährstoffe, die für das Wachstum von System und Produkt unentbehrlich sind. Das lebende System ist

in der Lage, aus den lebensnotwendigen Elementen einerseits körpereigene Substanzen wie Eiweiß, Enzyme und Lipide unter Mitwirkung des im Zellkern lokalisierten DNS-Systems zu produzieren. Man spricht dann von "Systemwachstum". Andererseits kann das System aus diesen Baumaterialien Produkte herstellen, und es kommt zu einer Anhäufung von nichtlebenden organischen Materialien in der Zelle. Man spricht von "Produktwachstum". Je mehr System in den Anfangsstadien des Wachstums produziert wird, umso größer wird die Aussicht auf vermehrte Produktion von Produkt und damit die Erzielung eines höheren Ertrages.

Während die Aufeinanderfolge von Entwicklungs- und Wachstumsvorgängen der Pflanzen genetisch bedingt ist, ist ihre phänologische Ausprägung jedoch von ökologischen Faktoren und deren Wechselbeziehung zum Genotyp abhängig. Entwicklung und Wachstum können innerhalb eines bestimmten Bereiches der Umweltfaktoren vor sich gehen. Außerhalb dieses Bereiches kommt aufgrund einer Schädigung keine volle Vegetation zustande (v. BOGUSLAWSKI, P. LIMBERG und B. SCHNEIDER 1962/63). Die genannten Autoren nennen diesen Bereich die "Modifikabilität" oder "Anpassungsfähigkeit" der Pflanzen.

Das äußere Erscheinungsbild einer Pflanze ist bedingt durch die Wechselwirkung zwischen den inneren Wachstumsfaktoren und der Umwelt: Genotyp und Umwelt führen zur Ausprägung eines Phänotyps. Vom pflanzenbaulichen Standpunkt begnügen wir uns jedoch nicht mit der Beschreibung eines Phänotyps, sondern wir fragen nach dem Ertrag (BRETSCHNEIDER-HERRMANN 1968).

Nach E. v. BOGUSLAWSKI (1962/63) ist der Pflanzenertrag das Ergebnis eines polyfaktoriellen Wirkungssystems, in dem die Produktionskräfte der Pflanze, Klima und Boden in intensiver Wechselwirkung stehen. Die Ertragsbildung ist keine einmalige Reaktion oder ein kurzfristiger Vorgang, sondern sie ist das Ergebnis einer Zeitfunktion, in der mehrere aufeinanderfolgende kompliziert verknüpfte Reaktionen ablaufen.

Die Darstellung der Ertragsbildung als eine Zeitfunktion führt uns zu der Formulierung, daß "der Ertrag ein Produkt eng miteinander verknüpfter und zahlreicher hintereinandergeschalteter Entwicklungsdifferenzierungs- und Wachstumsprozesse darstellt" (LIMBERG 1961).

Im ganzen führen uns die Beziehungen zwischen den Umweltfaktoren und der Pflanze zur Erforschung des ertragsbezogenen, physiologisch-ökologischen Charakters der untersuchten Sommerweizensorten, die wir mit E. v. BOGUSLAWSKI und P. LIMBERG (1959) als Produktivitätstypen bezeichnen. Die Beschreibung des Produktivitätstyps soll die genaue Charakteristik aller Lebensvorgänge, die die Ertragsbildung betreffen, bei den untersuchten Weizensorten zum Ausdruck bringen. Sie soll die Beziehung zwischen Genotyp und Umwelt erfassen und beschreiben, sowohl für die Erforschung der Umweltansprüche für gegebene Genotypen als auch zur Selektion von Genotypen auf bestimmte Umweltbedingungen.

Das Modell "Produktivitätstyp" für Sommerweizen (s. Abb. 1) wurde ursprünglich von E. v. BOGUSLAWSKI und ALLEWELDT (s. ALLEWELDT 1956) entworfen und danach durch E. v. BOGUSLAWSKI und LIMBERG (1959), LIMBERG (1960/61), v. BOGUSLAWSKI, LIMBERG und SCHNEIDER (1962/63) und BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1971) weiterentwickelt.

Für die vorliegende Arbeit stellt sich somit die Aufgabe, vertiefte Kenntnisse über den Produktivitätstyp Sommerweizen unter Berücksichtigung verschiedener Sorten (Genotypen) zu erarbeiten. Mit ihrer Hilfe kann den besonderen ökologischen Bedingungen der einzelnen Weizenanbaugebiete durch die Selektion bestimmter Sorten und durch Züchtung geeigneter Reaktionstypen verstärkt Rechnung getragen werden.

Gerade die ökologischen Bedingungen der eingangs erwähnten Entwicklungsländer stellen an Genotypen besondere Forderungen hinsichtlich ihrer Anpassung.

Mit der Züchtung der sogenannten mexikanischen Sommerweizen, der "HIGH YIELDING VARIETIES" (s. bei W. PLARRE 1971) ist hier bereits ein wesentlicher Beitrag geleistet worden. Sie stellt jedoch erst im An-

Das Diagramm zeigt die Massenbildung (y-Achse) in Abhängigkeit von der Vegetationsdauer in Zeiteinheiten (x-Achse). Eine Kurve stellt die Vegetationsdauer dar, die in verschiedene Phasen unterteilt ist:

- Keimphase**: Beeinflusst durch t° , F , N .
- Aufgang - A**: Beeinflusst durch t° , F , N .
- Ährenbildungsphase**: Beeinflusst durch t° , Li , N , TL , Nachw.
- Blütenbildungsphase**: Beeinflusst durch t° , F , Li , N , $Red.$, $Vorg.$, $Wuchslänge$, $Blütenzahl$, (TL, Li, t°, N) .
- Kornbildungsphase**: Beeinflusst durch t° , F , Li , N , $Dauer$, $Wuchslänge, $Kornzahl$.$
- 2. Hälfte Kornb. Phase**: Beeinflusst durch t° , F , Li , N , $Dauer$, $Wuchslänge, $Kornzahl$.$

Die Massenbildung wird in Korn und Stroh unterteilt. Die Kornbildung ist weiter unterteilt in Einzelaehrengewicht, Bestandesdichte und Einzelhalmgewicht. Die Strohbildung ist unterteilt in Spindelglied und Nodenzahl.

Die Faktoren, welche die angegebenen Phasen in ihrer Länge beeinflussen, sind:

- t° , Li , F , N
- t° , Li , N , TL , Nachw.
- t° , F , Li , N , $Red.$, $Vorg.$, $Wuchslänge$, $Blütenzahl$, (TL, Li, t°, N)
- t° , F , Li , N , $Dauer$, $Wuchslänge$, $Kornzahl$
- t° , F , Li , N , $Dauer$, $Wuchslänge$, $Kornzahl$

Die Faktoren, welche den Ertrag bestimmen, sind:

- t° , F , Li , N , $Dauer$, $Wuchslänge$, $Kornzahl$
- t° , F , Li , N , $Dauer$, $Wuchslänge$, $Kornzahl$
- t° , F , Li , N , $Dauer$, $Wuchslänge$, $Kornzahl$

fang eine Entwicklungsarbeit dar, die durch genauere Kenntnisse des notwendigen Produktivitätstyps noch in umfangreichem Maße gefördert werden kann.

II. Hauptteil

A) Zur Technik der Versuchsdurchführung und Methodisches

1. Technik der kontrollierten Klimabedingungen

Die in der Einleitung beschriebenen Ergebnisse anderer Autoren sind vorwiegend unter Bedingungen der natürlichen Klimaverhältnisse erarbeitet worden. Um den Einfluß eines Klimafaktors - z. B. Temperatur, Tageslänge - auf Entwicklung, Wachstum und Ertragsbildung einer Pflanze zu untersuchen, müssen in diesen Fällen besondere Versuchsaufbauten (Verdunkelungskästen, Folienmäntel, Gewächshäuser) herangezogen werden, bei denen aber eine vollkommene Trennung der einzelnen Faktoren voneinander objektiv nicht möglich ist. Eine Verdunkelung des Getreidebestandes durch lichtdichte Kästen, die naturgemäß zur Verkürzung der Tageslänge dann vorgenommen werden muß, wenn noch natürliches Licht vorhanden ist, muß zwangsläufig gleichzeitig zu einer Erhöhung der Lufttemperatur im Inneren des Verdunkelungskastens führen. Die so erhaltenen Ergebnisse werden somit folgerichtig auch einen Temperatureinfluß zur Ursache haben. Ähnliche Abhängigkeiten der Klimafaktoren im Experiment lassen sich bei anderen Versuchsaufbauten nachweisen.

Durch die Einrichtung von vollklimatisierten Pflanzenwuchskammern, durch die Entwicklung der Klimatechnik, insbesondere der lichttechnischen Fortschritte, die im Laufe der letzten 15 Jahre erreicht worden sind, ist es nun möglich, zu einer versuchstechnisch einwandfreien Trennung der jeweils zu untersuchenden Umweltfaktoren des Klimas zu kommen. Abgesehen von der unabhängig von anderen Faktoren regelbaren Tageslänge, Lichtintensität, Temperatur, Luftfeuchtigkeit u. a. m. ist es hier auch möglich, den natürlichen Gang der einzelnen Faktoren im Tagesablauf und auch im jahreszeitlichen Ablauf zu erfassen, um damit zu konstanten, definierten und reproduzierbaren Klimaten zu kommen. Eine Vielzahl von Klimakammern von pflanzenphysiologischen Versuchen, in denen man die isolierten Klimafaktoren gleichzeitig in ihren wechselseitigen Beziehungen untersuchen kann, nennt man ein Phytotron.

Für die in dieser Untersuchung durchgeführten Experimente bestand die Einrichtung des Phytotrons am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität Gießen in Rauisch-Holzhausen zur Verfügung. Eine detaillierte technische Beschreibung befindet sich bei E. v. BOGUSLAWSKI, A. VÖMEL und B. BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1962), BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1962). Abweichend von dieser frühen Einrichtung wurden entsprechend der technischen Weiterentwicklung Lampen eines neuen Typs verwendet, die gegenüber den früheren Quecksilberdampflampen mit Leuchtstoff einen Halogenzusatz (Joddampf) im Quecksilberbrenner aufweisen. Die Lampen werden von der Firma OSRAM hergestellt und haben die Handelsbezeichnung "OSRAM H Q I L 400 W". Durch den Einsatz dieser Lampen ergab sich eine Verbesserung der Lichtqualität, besonders hinsichtlich eines höheren Rotanteils im emittierten Spektrum, was zu einer Verbesserung des allgemeinen Erscheinungsbildes der Pflanzen und schließlich auch zu einem höheren allgemeinen Ertragsniveau, besonders der Kornerträge, führte.

Da es sich in den vorliegenden Versuchen im wesentlichen auch um Fragen handelt, die im engen Zusammenhang mit dem Lichtfaktor stehen, verdient diese klimatechnische Seite besonders hervorgehoben zu werden. Dies erscheint auch wichtig, da parallel zu den Phytotronversuchen auch ein Feldversuch durchgeführt wurde, und die Ergebnisse der ersteren geeignet sein sollten, mit dem Resultat des Feldversuchs verglichen zu werden. In dieser Beziehung dürfte jedoch noch immer das Kunstlicht als der schwächste Punkt bei der Durchführung von Versuchen unter künstlichen Klimabedingungen gelten müssen.

2. Zur Durchführung der Gefäßversuche

Bei den beiden Gefäßversuchen im Phytotron wurden je Kammer, die gleichzeitig mit einem Klima identisch ist, 24 Gefäße aufgestellt, so daß 6 Varianten vierfach wiederholt zur Anlage kommen konnten. Die Pflanzen einer Wiederholung wurden für die mikroskopische Untersuchung zur Bestimmung der Entwicklungsstadien herangezogen, so daß noch 3 Wiederholungen zur Ernte zur Verfügung standen.

Die Füllung der Mitscherlich-Gefäße, Größe I, erfolgte mit einem Boden-Sand-Gemisch im Verhältnis etwa 1 : 2 = 2,5 kg Lößlehm Boden - 4,3 kg Quarzsand/Gefäß.

Die Düngung, beim Ansetzen der Gefäße dem Boden als Lösung zugemischt, betrug 2,0 g N als Ammoniumnitrat, 2,5 g K als Kaliumsulfat, 0,5 g P als primäres Kalziumphosphat sowie 2,5 g CaCO_3 je Gefäß. Das entspricht einem Nährstoffverhältnis $\text{N} : \text{K} : \text{P} = 1 : 1,25 : 0,25$. Als Spurenelement wurden 3,0 mg Mn als $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 2,0 mg Cu als $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,01 mg Mo als $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 1 mg B als H_3BO_3 , 5 mg Fe als $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ je Gefäß verabreicht. Die Mg-Menge betrug 0,12 g in Form von MgSO_4 . Diese Angaben beziehen sich auf Element-Nährstoffe.

Die Wasserversorgung der Pflanzen erfolgte wie in den Gefäßversuchen 1 und 2 beschrieben wurde (S. 22 und 27).

Zur Bestimmung des Wachstumsverlaufs wurde die Durchschnittswuchshöhe der Pflanzen je Wiederholung jeden 5. Tag gemessen. Der im Laufe der Vegetation auftretende Mehltau und Blattlausbefall wurde mehrmals durch chemische Spritzmittel (Imugan, Calixin und Perfekthion) bekämpft, wobei die Maßnahmen gegen Mehltau nur von bedingtem Erfolg waren.

Die Ernte der Pflanzen wurde jeweils bei Gelbreife des Kornes vorgenommen, ohne Rücksicht auf den Reifegrad des Strohes und auch unbeschadet eventuell vorhandener Nachschösser. Letztere wurden, sofern sie zum Kornenertrag beitrugen, zu den ährentragenden Halmen gezählt.

Zur Analyse der Ertragsstruktur wurden alle ährentragenden Halme pro Gefäß, Ährenlänge, Kornzahl pro Ähre, Gesamtstufen pro Ähre (=Ährchenzahl/Ähre), Gesamtzahl taube Stufen pro Ähre und Tausend-Korn-Gewicht (T.K.G.) exakt ermittelt. Die Gesamtzahl tauber Stufen resultierte aus den tauben Spitzen und der tauben Basis. Zur Ermittlung der Ährenlänge wurde vom 1. Spindelglied der Basis bis zur Ährenspitze ausschließlich eventueller Grannenbildung gemessen. Die Werte der Ertragsanalysen je Variante in den Tabellen resultierten jeweils aus den Durchschnittswerten aller geernteten Ähren, wobei zunächst jede Wiederholung für sich aufgearbeitet wurde.

Um den entwicklungsphysiologischen Einfluß der Umweltfaktoren, insbesondere der hier untersuchten Tageslänge und Temperatur, möglichst genau feststellen zu können, wurde eine mikroskopische Untersuchung der Vegetationskegel durchgeführt. So wurden in den vorliegenden Versuchsserien zur Abgrenzung von Entwicklungsphasen morphologische Veränderungen am Vegetationskegel (s. auch W. HOFMANN 1937 und A. K. FEDEROW 1953) festgestellt, und da die physiologischen Vorgänge innerhalb der Pflanze nicht direkt feststellbar sind, wurde das morphologische Geschehen als ein Ausdruck für die physiologische Zustandsänderung der Pflanze aufgefaßt.

Bereits 1925 wiesen N. A. MAXIMOW und A. J. POJARKOWA, 1929 N. A. MAXIMOW und 1930 H. J. RASUMOW auf die Bedeutung der Vegetationskegelentwicklung für photoperiodische Untersuchungen am Getreide hin.

Speziell für die Entwicklung des Vegetationskegels von Weizen sind die detaillierten Arbeiten von Y. NOGUCHI (1928 - 1930), O. BONNET (1936 und 1940), S. ANDERSEN (1952), C. BERNARD (1955) u. a. bekannt.

Die in dieser Arbeit beschriebenen Entwicklungsstadien werden wie folgt definiert:

Die erste auffallende Streckung des Vegetationskegels, die unmittelbar einer deutlichen Querfurchung des Kegels vorangeht, wird als erste Andeutung der generativen Entwicklung angesehen, da sich im weiteren

Verlauf der Entwicklung keine Blätter, sondern nur noch Organe der Ähre ausdifferenzieren. Dieses Stadium wird mit "D", d.h. Ährendetermination bezeichnet (v. BOGUSLAWSKI und LIMBERG 1959, LIMBERG 1961, LIMBERG 1963). Die Streckung des Vegetationskegels wurde schon von G. MELCHERS und A. LANG (1948) als erste generative Phase und damit als Determination bezeichnet.

Nach weiterer Streckung des Vegetationskegels und damit stattfindender Furchung erfolgt die Anlage der Ährchen in der bekannten Form der Doppelwulstbildung ("Double ridges"), die als Stadium "A" (=Ährchenbildung) bezeichnet wird.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung treten die zuerst, d.h. im mittleren Bereich der Ähre gebildeten Ährchen in das Stadium der Blütenbildung ein und damit beginnt die Ausdifferenzierung der Einzelblüten und der Blütenorgane (v. BOGUSLAWSKI und LIMBERG 1959). Dieses Stadium ist als "B" (=Blütenbildung) bezeichnet.

Dem Abschluß des späteren B-Stadiums (=Antherienbildung) folgt das Ährenschieben (Ähr.Schi.) und diesem schließlich das ebenfalls als Entwicklungskriterium benutzte Stadium der Gelbreife (GR).

Zur Frage der Erfassung der Entwicklungsstadien siehe auch bei LIMBERG (1972).

Die Zahl der jeweils mit dem Mikroskop untersuchten Pflanzen betrug in der Regel 3 - 4, und dem jeweiligen Entwicklungszustand entsprechend wurden die Untersuchungen in Abständen von 1 - 3 Tagen wiederholt.

Zur Bestimmung von Gesamt-N in der Erntesubstanz bei allen Versuchsreihen wurde nach KJELDAHL untersucht (s. NEHRING 1960).

a) Phytotron-Gefäßversuch 1 (1971)

Zur Aussaat gelangten die Sommerweizensorten: 1. "OPAL" (Deutschland), 2. "KOLIBRI" (Deutschland), 3. "SUPER X" (Mexikanischer Weizen), 4. "SNABBE" (Schweden), 5. "CHRIS" (Nordamerika), 6. "REX" (Frankreich).

Die Auswahl der Sorten erfolgte auch nach dem Gesichtspunkt, möglichst unterschiedliche Reaktionstypen im Versuch zu erfassen.

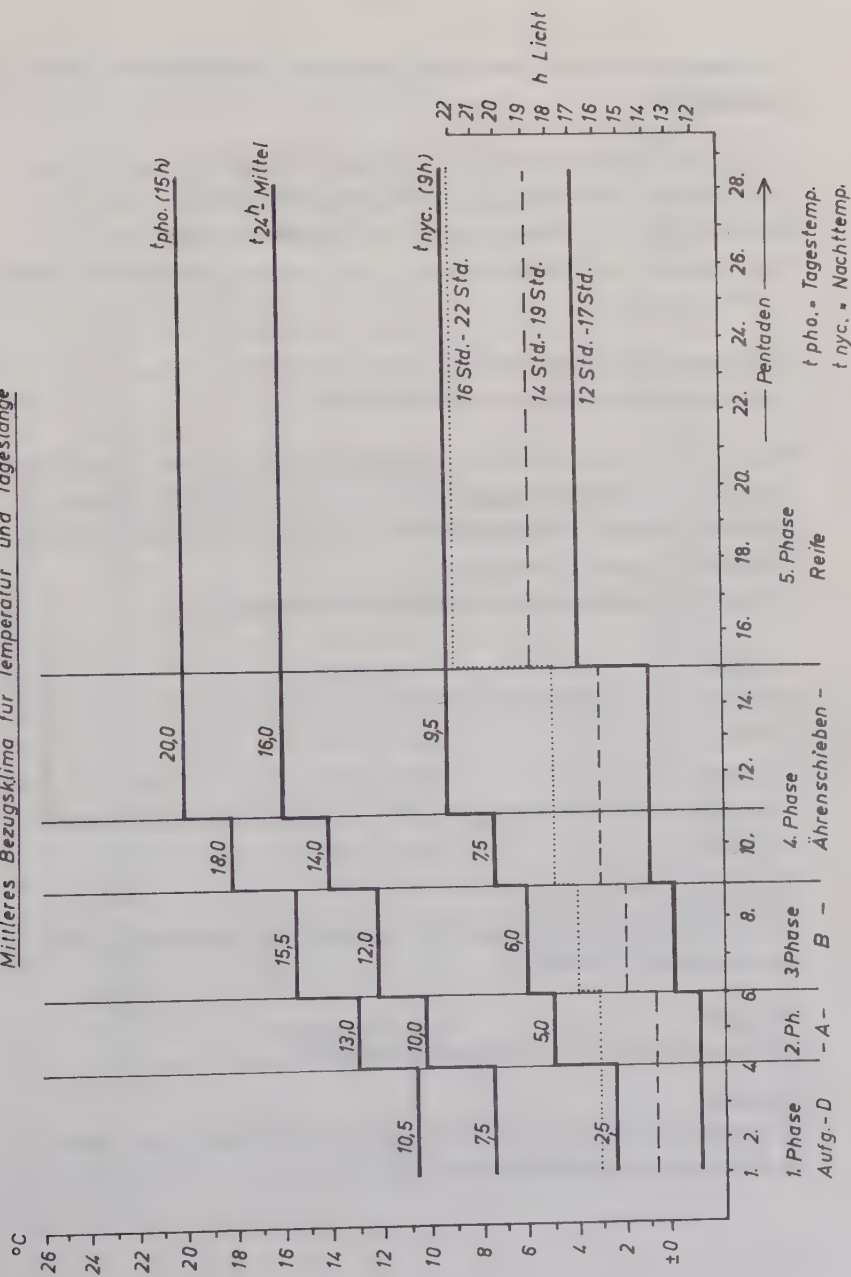
Es wurden je Gefäß 35 Körner ausgesät, die dann nach Aufgang und der Entnahme der Pflanzen für die Feststellung des frühesten Entwicklungsstadiums der Determination auf 28 Pflanzen pro Gefäß vereinzelt wurden.

Alle Gefäße wurden in der Wasserversorgung anfänglich auf 60 % der maximalen Wasserkapazität (MWK) eingestellt. Mit zunehmendem Wasserverbrauch durch die Pflanzen wurden sie allmählich von 60 % auf 70 % - 80 % - 90 % MWK erhöht und auf dieser Höhe bis zur Gelbreife und Ernte gehalten. Die Wassermenge bei 100 % MWK betrug 1,750 l, bei 90 % 1,575 l, bei 80 % 1,400 l, bei 70 % 1,225 l, bei 60 % 1,050 l/Gefäß.

Als Bezugsgröße für die Klimavarianten diente ein "Normalklima", wie es in der Abbildung 2 für die Faktoren Temperatur und Tageslänge wiedergegeben ist.

Ein solches Normalklima wurde früher von dem durchschnittlichen Witterungsverlauf des Standortes Rauisch-Holzhausen ausgehend berechnet (BRETSCHNEIDER-HERRMANN 1968). Das hier verwendete Temperaturprogramm mit 5 Phasen während des jahreszeitlichen Ganges und 2 Temperaturen im Tagesgang (tnyc. und tpho.) ist in einem vorhergehenden Experiment erarbeitet worden (BRETSCHNEIDER-HERRMANN 1972). Hervorzuheben ist für dieses Temperatur-Licht-Programm, daß es einen Gang darstellt, dem die Pflanzen von Aufgang bis Reife ähnlich den Außenbedingungen unterworfen sind: anfänglich kühle Temperaturen in kurzen Tageslängen, die im Laufe der Vegetation zunehmen und denen die Pflanzen

Mittleres Bezugsklima für Temperatur und Tageslänge



im allgemeinen in ihren Ansprüchen hinsichtlich Wachstum und Entwicklung angepaßt sind.

Der Tageslängenablauf für kurze, mittlere und lange Photoperioden ist in der Abbildung 2 dargestellt. Bei Klimavarianten mit höherer oder niedriger Temperatur als in Abbildung 2 wiedergegeben, wurden sowohl die Nacht- als auch die Phototemperatur linear und einen entsprechenden Wert erhöht bzw. gesenkt.

Die einzelnen Klimadaten für die 5 Phasen werden in der Tabelle 2 für alle verwendeten Programme wiedergegeben.

Wie schon bei BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1972) erwähnt, können den 5 Phasen des Normalklimaprogrammes in erster Annäherung folgende 5 Entwicklungsphasen zugeordnet werden, was eine spätere Auswertung der Ergebnisse wesentlich vereinfacht.

Folgende Entwicklungsabschnitte (Phasen) wurden gebildet:

1. Phase

entspricht dem Zeitraum von Aufgang bis Determination "D" und (= 3 Pentaden).

2. Phase

umfaßt den Zeitraum von Determination bis Ährchenbildung "A" und (= 2 Pentaden).

3. Phase

beschreibt eine Zeitspanne von Ährchenbildung bis Blütenbildung "B" und besteht aus 3 Pentaden.

4. Phase

Blütenbildung bis Ährenschieben (6 Pentaden)

5. Phase

Ährenschieben bis Gelbreife. Die Zahl der Pentaden ist je nach Eintritt der Gelbreife zahlenmäßig verschieden.

Tabelle 2:

Klimavarianten
Phytotron-Gefäßversuch 1 1971

Klima- variante	Tageslänge (Std.)					Temperatur (°C)														
	Phase					Phase														
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	t. nyc.	t. pho.	2.	t. nyc.	t. pho.	3.	t. nyc.	t. pho.	4.	t. nyc.	t. pho.	5.	t. nyc.	t. pho.
1 KT	12	12	13	14	17	2,5	10,5	13	5,0	13	6,0	15,5	7,5	18	9,5	20				
2 KT-W	12	12	13	14	17	5,5	13,5	8,0	16	13	9,0	18,5	10,5	21	12,5	23				
3 MT	14	14	15	17	19	2,5	10,5	5,0	13	6,0	15,5	7,5	18	9,5	20					
4 MT-W	14	14	15	17	19	5,5	13,5	8,0	16	9,0	18,5	10,5	21	12,5	23					
5 LT	16	16	17	19	22	2,5	10,5	5,0	13	6	15,5	7,5	18	9,5	20					
6 LT-W	16	16	17	19	22	5,5	13,5	8,0	16	9	18,5	10,5	21	12,5	23					
7 KT(K-N-W)	12	12	13	14	17	0,5	8,5	3,0	11	6,0	15,5	7,5	18	12,5	23					
8 LT-K	16	16	17	19	22	0,5	8,5	3	11	4	13,5	5,5	16	7,5	18					

Hierbei bedeuten:

KT	=	Kurztag
MT	=	Mitteltag
LT	=	Langtag
W	=	warmes Klima (normal +3° C)
K	=	kühles Klima (normal -2° C)
K-N-W	=	kühl-normal-warm

(Hierfür wurde die Temperaturhöhe in der 1. und 2. Phase um 2° C reduziert und die 5. Phase um 3° C erhöht. In der 3. und 4. Phase herrschte eine Normaltemperatur (N) wie bei der Variante 1).

t nyc = Nachttemperatur

t pho = Tagestemperatur

Normaltemperatur = 10,5 °C

Wenn somit bei der Erläuterung der Klimavarianten in dieser Arbeit im folgenden von "Langtag", "Kurztag" und "Mitteltag" und daraus abgeleiteten Wortbildungen gesprochen wird, so sind diese Begriffe als relative Größen zu verstehen und decken sich nicht mit den von GARNER und ALLARD (1920/23/27) definierten Begriffen von "Kurztag", "Langtag", "Kurztagspflanzen", "Langtagspflanzen" usw. -

Bei vom Normalklima abweichenden Klimavarianten haben sich freilich, wie aus den Ergebnissen ersichtlich wird, Verschiebungen der Entwicklungsphasen gegenüber den Klimaphasen ergeben.

Die installierte Lampenleistung betrug 2,9 kW. Zusätzlich befanden sich in den Kammern je 4 Leuchtstoffröhren mit 65 W, so daß sich ein gesamter Anschlußwert der Lampenbeleuchtung von 3,16 kW ergibt. Hiermit wurde eine Beleuchtungsstärke von 21500 LUX im Mittel des Versuches pro Kammer erreicht.

Die Messungen der Lichtintensität wurden mit einem V λ korrigierten Luxmeter der Firma Lange, Berlin, durchgeführt.

Der Abstand der Pflanzen vom Licht wurde auf 1 Meter konstant gehalten. In diesem Abstand von den Lampen wurde auch die Beleuchtungsstärke gemessen.

Die relative Luftfeuchtigkeit betrug während des ganzen Versuches bei "Tag" von 8.30 bis 23.30 Uhr 55 % und bei "Nacht" von 23.30 bis 8.30 Uhr 70 %.

b) Phytotron-Gefäßversuch 2 (1971/1972)

In diesem Versuch wurden folgende Sorten zur Aussaat gebracht:

1. "OPAL" (Deutschland), 2. "KOLIBRI" (Deutschland), 3. "SUPER X" (Mexikanischer Weizen), 4. "RANG" (Schweden), 5. "ORCA" (Holland), 6. "FLORENCE-AUORE" (Südfrankreich-Nordafrika).

Aufgrund der Ergebnisse des Kastenanlagenversuchs, des Feldversuchs (s. u.) und des Gefäßversuchs 1 (s. S. 38) wurde die Sorte "REX" wegen der hohen Mehltauanfälligkeit in diesem Versuch nicht mehr verwendet. Dafür wurde die Sorte "FLORENCE-AUORE" ausgewählt, zumal diese ein im Mittelmeerraum vielfach angebauter Sommerweizen ist. "ORCA" wurde in den Versuch hineingenommen, da diese Sorte sich im Kastenversuch als später Typ gezeigt hat. Dafür entfällt auch die Sorte "SNABBE". Als nordeuropäische Zuchtsorte wurde die schwedische Sorte "RANG" in diesen Versuch mit einbezogen, die ihrer Herkunft nach ebenfalls dem langen Tag angepaßt sein dürfte. Die Sorte "CHRIS" hatte sich in dem 1. Gefäßversuch - ähnlich wie "REX" - als mehltauanfällig erwiesen. Ferner hatte sie dort Verunreinigungen oder Aufspaltungen gezeigt und wurde aus diesen Gründen von den Untersuchungen ausgeschlossen.

Die technische Durchführung und Düngung erfolgt wie bei dem Versuch 1/1971 (s. S. 19). Ebenso wurden in der Wasserversorgung alle Gefäße anfänglich auf 60 % der maximalen Wasserkapazität (MWK) eingestellt und allmählich von 60 % auf 70 %, 80 % und 90 % erhöht. Um aber den Einfluß von Trockenheit auf Entwicklung, Wachstum und Ertragsbildung festzustellen, wurden die Gefäße einer Klimakammer (Variante 8) bis etwa 80 Tage nach dem Aufgang (kurz vor dem Ährenschieben) auf 60 % MWK konstant gehalten und diese danach bis zur Ernte auf 50 % MWK reduziert.

Um die Wirkung der Lichtintensität hinsichtlich auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung experimentell zu erfassen, wurde eine Klimakammer (Variante 7) mit höherer Lichtintensität (28000 Lux) gefahren.

Eine Übersicht über die Lichtmessungen des Versuchs gibt die folgende Zusammenstellung:

<u>Mittlere Lichtintensität im Durchschnitt der Vegetationszeit</u>								
Phytotron-Gefäßversuch 2 (1971/72)								
<u>Klimavariante</u>								
	1	2	3	4	5	6	7	8
LUX	23000	22000	22000	22800	23500	22500	28000	24300

Aus dieser Übersicht geht klar hervor, daß die angestrebte gleichmäßige Lichtintensität der Klimavarianten 1 - 6 und 8 nicht ganz erreicht werden konnte. Die auftretenden Unterschiede zur durchschnittlichen Lichtintensität dieser Kammern von 22870 LUX betragen im Höchstfall 1430 LUX. Bei der Auswertung der Ergebnisse ist noch zu prüfen, ob die in der Intensität höher liegende Variante 8 auch in Bezug auf Lichtintensität reagiert hat: Die mittlere Lichtintensität der Kammern 1 - 6 betrug 22630 LUX bei einer sicher nicht signifikanten Abweichung von maximal 870 LUX. Verglichen hierzu liegt der Meßwert der Kammer 8 um 1670 LUX höher.

In der Tabelle 3 sind die Klimavarianten hinsichtlich Tageslängen und Temperaturen beschrieben. Wie daraus ersichtlich ist, wurde die gleiche Phaseneinteilung wie bei dem Gefäßversuch 1/1971 benutzt (s. S. 24).

Im einzelnen ist hervorzuheben:

- Variante 1 Hierbei wurde die während des ganzen Versuchs konstante Tageslänge von 13 Stunden mit einem großen Tag- und Nachtunterschied gefahren.
- Variante 2 bedeutet einen Kurztag (KT) von 12 auf 16 Stunden (12-13-14-16 Stunden Photoperiode) und einen größeren Tag- und Nachttemperaturunterschied.
- Variante 3 bedeutet einen Mitteltag (MT) von 14 Stunden auf 19 Stunden (14-15-17-19 Stunden).

Tabelle 3:

Klimavarianten
Phytotron-Gefäßversuch 2 1971/72

Klima- Variante	Tageslänge (Std.)					Temperatur (°C)																										
	Phase					Phase																										
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	t.	nyc.	t.	pho.	2.	t.	nyc.	t.	pho.	3.	t.	nyc.	t.	pho.	4.	t.	nyc.	t.	pho.	5.	t.	nyc.	t.	pho.		
1 13-Std.-Tag	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
2 KT	12	12	13	14	16	1,0	11,5	3,0	14	4,0	17	5,0	19,5	6	22																	
3 MT	14	14	15	17	19	2,5	10,5	5,0	13	6,0	15,5	7,5	18,0	9,5	20																	
4 LT	16	16	17	19	22	2,5	10,5	5,0	13	6,0	15,5	7,5	18	9,5	20																	
5 LT red. Li.-Int. auf Var. 2	16	16	17	19	22	2,5	10,5	5,0	13	6,0	15,5	7,5	18	9,5	20																	
6 LT(K-N-W)	16	16	17	19	22	0,5	8,5	3,0	11	6,0	15,5	7,5	18	12,5	23																	
7 KT hohe Li.-Int.	12	12	13	14	16	1,0	11,5	3,0	14	4,0	17	5,0	19,5	6,0	22																	
8 MT niedr. H ₂ O- Vers.	14	14	15	17	19	2,5	10,5	5,0	13	6,0	15,5	7,5	18,0	9,5	20																	
13-Std.-Tag	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
KT	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
MT	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
LT	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
red. Li.-Int.	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
niedr. H ₂ O-Vers.	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
K-N-W	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
t nyc	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
t pho	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=

= konstante Photoperiode

= Kurztag

= Mitteltag

= Langtag

= reduzierte Lichtintensität

= niedrige Wasserversorgung

= kühl-normal-warm (steiler Temperatur)

= Nachttemperatur

= Tagstemperatur

- Variante 4 bedeutet einen Langtag (LT) von 16 Stunden auf 22 Stunden (16-17-19-22 Stunden).
- Variante 5 bedeutet einen langen Tag (LT) von 16 Stunden auf 22 Stunden (wie in Variante 4). Hier wurde die volle Lichtintensität in ihrer Dauer auf den Kurztag der Variante 2 reduziert und der Langtag durch niedrige Lichtintensität mit 3400 LUX gefahren, um im Vergleich zu Variante 2 und 4 zu prüfen, inwieweit sich neben der vorhandenen photoperiodischen Wirkung die Lichtintensität auf Wachstum und Entwicklung auswirkt.
- Variante 6 entspricht in der Tageslänge von 16 auf 22 Stunden ebenfalls der Variante 4. Hinsichtlich der Temperatur wurde diese in der 1. und 2. Phase um 2° C niedriger, in der 3. und 4. Phase auf Normaltemperatur und in der letzten Phase um 3° C höher gehalten. Damit wird ein Kühl-Normal-Warm-Klima erreicht, abgekürzt: K-N-W.
- Variante 7 entspricht in der Tageslänge von 12 auf 16 Stunden der Variante 2 (KT), jedoch wurde bezüglich der Temperatur ebenfalls ein großer Tag- und Nachtunterschied vorgenommen und mit höherer Lichtintensität gefahren. Ein solches Klima dürfte den natürlichen Verhältnissen in südlichen Breiten nahekommen.
- Variante 8 entspricht in allen Klimaten der Variante 3. Hinsichtlich der Wasserversorgung (s. S. 27) wurden alle Gefäße trockener gehalten.

Die relative Luftfeuchtigkeit betrug wiederum während des ganzen Versuches bei "Tag" von 8.30 bis 23.30 Uhr 55 % und bei "Nacht" von 23.30 bis 8.30 Uhr 70 %.

3. Kastenversuch 1971

a) Versuchsdurchführung

Der Kastenversuch wurde 1971 ebenfalls in Rauisch-Holzhausen durchgeführt.

Die Versuchsfläche je runder Kasten betrug $0,785 \text{ m}^2$ (Durchmesser 1,00 m).

Die Kästen waren mit einem Lößlehmboden, wie für den Feldversuch beschrieben, gefüllt (s. S. 34) (Tiefe 0,80 m, Anschluß an natürlichen Unterboden.).

Das Saatgut wurde in 7 Reihen ausgesät, wodurch sich ein Reihenabstand von 14,25 cm ergab.

Saatstärke: 500 keimfähige Körner je m^2 .

Die Düngung in 2 N-Stufen betrug $N_1 = 80 \text{ kg/ha}$ und $N_2 = 140 \text{ kg/ha}$ als Kalkammonsalpeter (KAS). N_1 wurde in 2 Gaben, $40 + 40 \text{ kg/ha}$ - die 1. Gabe 3 Tage vor der Aussaat und die 2. Gabe beim Beginn des Schossens - und N_2 in 3 Gaben, $60 + 40 + 40 \text{ kg/ha}$ - 1. Gabe 3 Tage vor der Aussaat, 2. Gabe beim Beginn des Schossens und 3. Gabe beim Ende des Schossens - verabreicht. Als Grunddüngung wurden $160 \text{ kg/ha K}_2\text{O}$ als 40er Kornkali und $80 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5$ als Novaphos 3 Tage vor der Aussaat in die Bodenoberfläche eingearbeitet.

Um den Einfluß von "Trockenheit" auf Wachstum, Entwicklung und Ertrag festzustellen, wurden 32 Kästen mit Plastikfolien überdacht (= 2 Wiederholungen), 48 Kästen blieben "ohne Dach" (= 3 Wiederholungen) und damit den natürlichen Niederschlägen ausgesetzt. Im weiteren Text dieser Arbeit werden die überdachten Varianten mit "trocken (tr.)" und die anderen mit "natürlich-feucht (nf)" bezeichnet.

Zur Aussaat gelangten folgende Sommerweizen-Sorten:

1. "OPAL", 2. "KOLIBRI", 3. "SUPER X", 4. "SNABBE", 5. "REX",
6. "RANG", 7. "ORCA", 8. "BANATKA" $\rightarrow$ (nur mit N_1),

$\rightarrow$ russische Sorte

9. "SAN-MARTIN" [†]) (nur mit N₂).

Die Kästen "mit Dach" wurden am 5.4.1971, die "ohne Dach" am 6.4.1971 ausgesät.

Zur Feststellung der Wuchshöhe wurden jeden 10. Tag 7 Meßwerte je Kasten ermittelt, woraus ein guter Wuchshöhendurchschnitt je Variante errechnet werden konnte.

Die Entwicklungsbeobachtungen erfolgten wie bei den Gefäßversuchen (s. S. 20).

Die Ernte wurde nach Eintritt der Gelbreife der spätesten Sorte vorgenommen und die Pflanzen an der Halmbasis abgeschnitten.

Zur ertragsanalytischen Bestimmung wurden 10 Ähren je Kasten, d.h. 20 bzw. 30 Ähren pro Variante, wie bei den Gefäßversuchen beschrieben, aufgearbeitet.

b) Witterung

Die Witterung entsprach der, wie unten für den Feldversuch 1971 beschrieben ist (s. S. 34).

Um einen Eindruck vom Wassergehalt des trocken gehaltenen Bodens zu bekommen, wurde am 10.7.1971 (etwa 95 Tage nach der Aussaat) eine Bodenprobe entnommen. Der Boden wurde mit dem Bohrstock aus 3 verschiedenen Tiefen - 0 - 20, 20 - 40 und 40 - 60 cm - entnommen. Die Werte wurden als Gewicht % H₂O gerechnet und lagen bei 7,5, 9,5 und 9,2. Bei diesen niedrigen Werten schien eine Wasserzugabe von 20 mm (16 l) je Kasten notwendig, um ein Vertrocknen der Pflanzen zu vermeiden. Es wurde in 2 Gaben je 10 mm, insgesamt 20 mm, am 13.7.1971 und 16.7.1971 gegossen.

Die Kästen "ohne Dach" bekamen die natürliche Niederschlagsmenge, d.h.

[†]) italienische Sorte

von Aussaat bis zur Ernte 285 mm.

Der im Laufe des Versuchs auftretende Mehltau- und Fritfliegenbefall wurde durch chemische Mittel (ersterer mit CALIXIN und IMUGAN, letzterer mit PERFETHION) bekämpft. Der Infektionsdruck beim Mehltau war jedoch so stark, daß die Bekämpfungsmaßnahmen keinen voll befriedigenden Erfolg hatten.

4. Feldversuch 1971

a) Standortbeschreibung und Versuchsanstellung

a₁) Standort (Klima, Boden)

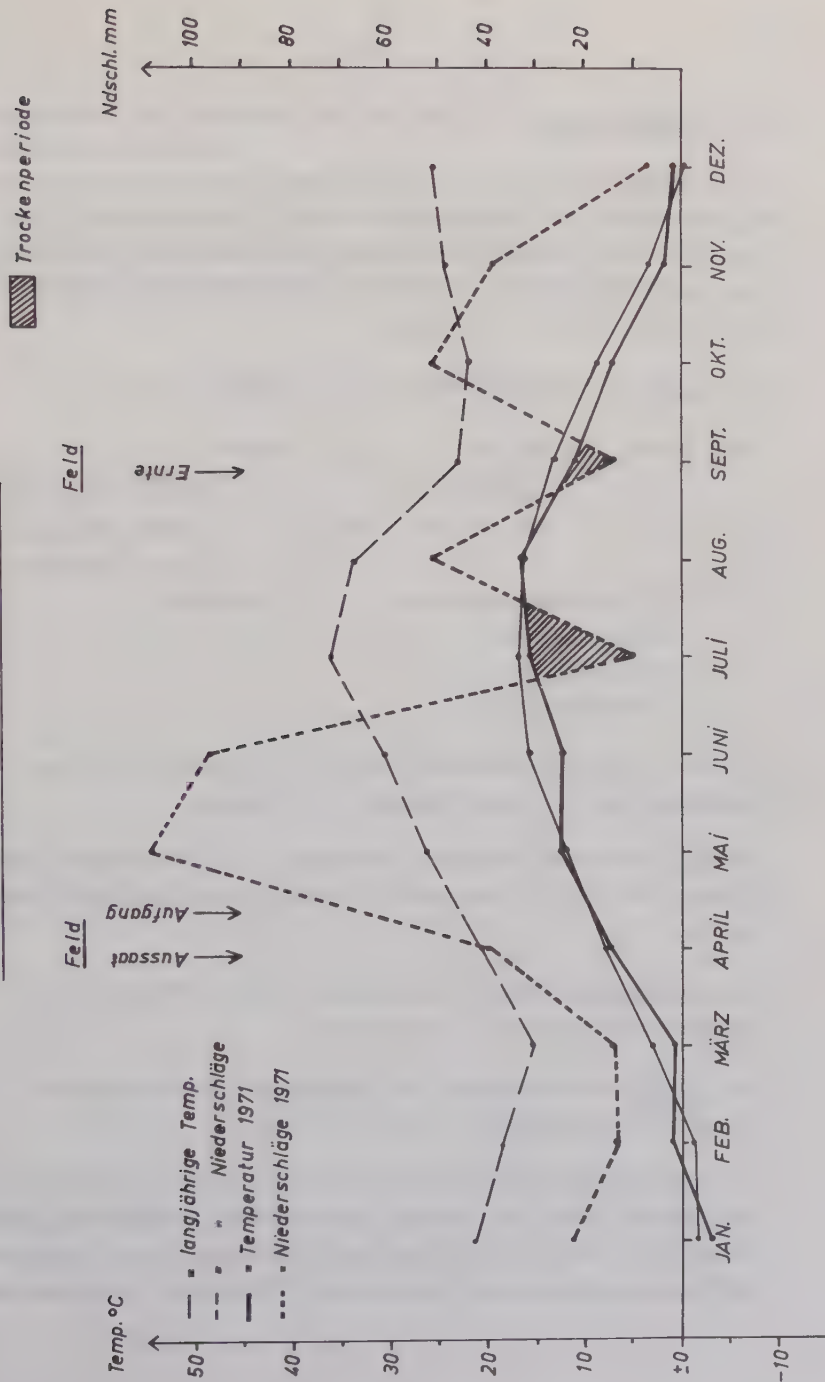
Der Versuchsstandort Rauisch-Holzhausen liegt im Amöneburger Becken bei Marburg/Lahn, 220 - 295 m über NN. Die langjährige mittlere Tages-temperatur beträgt $8,2^{\circ}\text{C}$.

Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betrugen in den letzten 20 Jahren 590 mm. Die Niederschlagsverteilung weist ein Maximum in den Monaten Juni, Juli und August auf. Im Klimadiagramm (Darstellung 3) nach WALTER (1956) sind die mittleren Temperatur- und Niederschlagskurven von 1948 - 1970 sowie der Witterungsverlauf am Standort in dem Versuchsjahr 1971 dargestellt.

Die Temperaturen lagen im März, April, Juni, Juli, September und Oktober unter, im Mai und August wenig über dem langjährigen Mittel. Die Niederschläge Januar bis April lagen wesentlich unter dem langjährigen Mittel. In den Monaten Mai und Juni setzten starke Regenfälle - 109 und 97 mm - ein, die wesentlich über dem langjährigen Mittel lagen. Danach folgte im Juli eine Trockenperiode, die sich ab der 3. Dekade des Monats Juni bis 2. Dekade Juli deutlich im Diagramm zeigt. Eine 2. Trockenperiode trat von etwa 23. August bis etwa 7. September ein. Beide Trockenperioden zusammen mit der kühl-feuchten Periode im Mai - Juni stellen das wesentliche Kriterium dieses Witterungsverlaufs dar.

Der Boden des Standortes ist ein schluffreicher Löss mit ca. 16 - 18 % Ton in der Krume. Der Tongehalt steigt im Unterboden im Extremfall bis auf das Doppelte an. Er führt zu einem deutlich ausgeprägten B_t -Horizont mit entsprechend hohem Volumenanteil Wasser bei p_F 4,2. Der relativ niedrige p_H -Wert (KCl) liegt bei 6,2. Die Bodenzahl für die beschriebene Parabraunerde beträgt 68.

Klimadiagramm nach Walter
 Versuchsfeld Rauisch-Holzhausen (1971)



a₂) Versuchsanlage

Als Versuchsanlage wurde die Spaltanlage (Split plot) mit 3 Wiederholungen (a, b, c) angewandt, mit den 6 Sorten 1 - 6 (s.u.) als Großteilstück, den 3 Saatstärken (I - III) als Mittel- und den Düngungsstufen (A, B) als Kleinteilstück. Die Sorten waren 1. "OPAL", 2. "KOLIBRI", 3. "SUPER X", 4. "SNABBE", 5. "REX", 6. "RANG".

Die Düngung und Saatstärken erfolgten nach folgendem Plan:

Düngungsstufe	kg N/ha	Saatstärken
1 = A	80 (50 + 30)	I = 400 [*] kf. Körner/m ²
2 = B	120 (60 + 30 + 30)	II = 500 kf. Körner/m ²
		III = 600 kf. Körner/m ²
. = N als Kalkammonsalpeter		* = keimfähig
.. = bei der Aussaat		
... = beim Schossen		
.... = beim Ährenschieben		

Es wurde mit einer Drillmaschine (System yjord) gedreht, mit der die Saatstärken besonders exakt eingestellt werden können.

Zur Ernte wurden 108 Teilstücke vorgenommen. Die Teilstückgröße betrug 10 qm (2,5 x 4 m) und bestand aus je 16 Reihen. Der Reihenabstand betrug 15,6 cm.

Als Grunddüngung erhielten alle Varianten einheitlich 80 kg P₂O₅ als Novaphos und 160 kg K₂O als 40er Kornkali.

Die Vorfrucht war Zuckerrüben. Die Aussaat des Weizens erfolgte am 1. April und die Ernte am 1. September 1971.

Die Vegetationskegeluntersuchungen sowie Ertragsanalyse und Wachstumsbeobachtungen wurden, wie auf Seite 20 beschrieben, durchgeführt. Jedoch wurden für die Kegeluntersuchungen mehrere Pflanzen aus den Reihen der Teilstücke herausgenommen, die nicht für die Zählung der Bestandesdichte

markiert waren. Zur Feststellung der Ertragsanalyse wurden 25 Ähren pro Teilstück aufgearbeitet.

Die Wuchshöhe wurde jeden 10. Tag gemessen. Der im Laufe des Versuchs auftretende Getreidemehltau wurde mit CALIXIN bekämpft, jedoch durch den starken Infektionsdruck war kein befriedigender Erfolg zu erzielen.

B) Ergebnisse

1. Phytotron-Gefäßversuch 1 (1971)

In diesem Versuch wurden 6 Sommerweizensorten: 1. "OPAL" (Deutschland), 2. "KOLIBRI" (Deutschland), 3. "SUPER X" (mexikanischer Weizen), 4. "SNABBE" (Schweden), 5. "CHRIS" (Nordamerika), 6. "REX" (Frankreich) bei drei verschiedenen Tageslängen und verschiedenen Temperaturen auf Ertragsbildung und auf den Verlauf der Entwicklung untersucht. Die Varianten wurden auf Seite 25 eingehend beschrieben.

a) Erträge

Kornerträge:

Wie aus der Tabelle 4 sowie den Abbildungen 4 und 5 ersichtlich ist, wird bei allen Sorten der Kornertrag mit zunehmender Tageslänge positiv beeinflusst (vergl. Klimavariante 1 und 3 und 5).

Durch die erhöhte Temperatur dagegen wird gegenüber der "Normaltemperatur" eine Ertragsminderung verursacht. Es fällt auf, daß diese negative Wirkung höherer Temperaturen im "Kurztag" (KT) am geringsten und im "Langtag" (LT) am stärksten ist (vergl. Variante 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6). In den Absolutwerten der Kornerträge ergeben sich jedoch bei den Sorten verschieden große Wirkungen. So reagiert z. B. "KOLIBRI" relativ weniger stark negativ auf höhere Temperaturen als die anderen Sorten.

Sinngemäß findet sich der Höchstertrag des Versuches in der Klimavariante 8 ("Langtag-kühl"). Die niedrigsten Erträge werden andererseits dann unter den Bedingungen des kurzen Tages bei warmen Temperaturbedingungen festgestellt (Variante 2). Der Temperaturverlauf "kühl-normal-warm" (K-N-W), Variante 7, unter den gleichen Bedingungen kurzer Tage bringt bei allen Sorten mit Ausnahme bei "CHRIS" einen nochmals niedrigeren Kornertrag. Bei dem auffallend schlechten Ertrag der Sorte "REX" in der Klimavariante 1 (KT) ist zusätzlich ein außer-

Tabelle 4: Phytotron-Geldförsuch 1 1971
Tageslängen- und Temperaturschwankung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
von Sommerweizen - Erträge und mittlere Fehler in g Trockenmasse/Gesäß

Var. Nr.	Klima-variante x)	Korn	s_x	$\frac{Opal}{Stroh}$	s_x	Gesamt s_x	Korn	s_x	K o l i b r i Stroh	s_x	Gesamt s_x	Korn	s_x	Super X Stroh	s_x	Gesamt s_x			
1	K-T-12-13-14-17-Sd.-Tag	43,9	2,86	81,0	2,79	124,8	5,48	56,7	2,64	95,2	1,98	151,9	4,45	1,40	59,5	1,91	94,5	2,87	
2	KT-W-12-13-14-17-Sd.-Tag	39,7	0,85	75,2	3,65	114,9	4,18	44,2	0,14	82,4	2,71	126,6	2,79	3,48	53,3	1,21	81,8	4,68	
3	KT-W-12-13-14-17-Sd.-Tag	70,7	0,55	86,4	2,21	157,1	2,56	64,1	1,45	86,6	3,92	150,7	5,19	2,52	81,9	0,51	122,4	2,29	
4	MT-W-14-15-17-19-Sd.-Tag	55,8	0,84	70,5	1,04	126,3	1,80	57,6	2,22	74,7	4,20	137,3	5,89	3,10	56,3	0,80	99,5	2,35	
5	LT-W-16-17-19-22-Sd.-Tag	72,4	3,22	78,6	2,85	151,0	4,70	66,8	1,37	80,6	1,05	149,4	1,24	1,22	59,1	1,04	129,0	1,04	
6	LT-W-16-17-19-22-Sd.-Tag	48,2	3,45	69,3	2,15	117,5	3,48	56,2	1,05	73,5	1,09	129,7	2,09	0,78	55,7	1,09	101,7	1,87	
7	KT(K-N-W)-12-13-14-17-Sd.-Tag	38,0	2,32	82,4	2,18	120,4	3,38	36,2	0,20	85,7	2,05	119,9	2,03	0,36	58,2	2,31	78,8	2,12	
8	LT-K-16-17-19-22-Sd.-Tag	90,0	2,36	91,4	1,63	181,4	3,97	81,4	1,32	87,4	6,48	166,8	5,17	1,69	66,9	2,38	145,7	3,69	
M		57,3		79,3		135,6		58,3		83,0		141,2		47,5		59,1		106,6	
S n a b b e																			
1	KT-12-13-14-17-Sd.-Tag	19,7	2,88	74,1	2,38	93,7	5,22	30,2	0,78	72,9	0,52	103,3	1,80	7,6	0,14	70,5	0,89	78,1	0,86
2	KT-W-12-13-14-17-Sd.-Tag	14,7	0,68	63,6	0,87	78,2	1,44	27,4	3,08	82,8	0,10	90,2	3,00	19,0	2,28	63,9	1,64	82,9	3,91
3	KT-W-12-13-14-17-Sd.-Tag	45,3	1,52	78,7	1,31	124,0	1,40	51,4	3,26	80,9	1,16	137,4	4,42	37,6	0,98	70,4	0,14	108,0	1,03
4	MT-W-14-15-17-19-Sd.-Tag	35,4	1,07	69,5	2,41	99,9	3,47	43,4	1,30	84,4	0,70	107,6	1,86	35,7	1,36	62,7	0,72	99,4	1,54
5	LT-W-16-17-19-22-Sd.-Tag	58,0	3,03	74,8	0,81	132,8	3,21	65,4	2,59	81,7	3,15	147,1	1,68	35,9	2,36	65,0	0,74	130,8	2,73
6	LT-W-16-17-19-22-Sd.-Tag	35,5	3,32	63,2	2,10	98,7	6,00	41,8	1,24	68,3	0,52	111,0	1,40	40,5	1,16	57,1	0,40	97,5	1,25
7	KT(K-N-W)-12-13-14-17-Sd.-Tag	12,2	0,74	75,2	1,14	87,3	0,40	32,5	2,07	76,5	3,28	109,1	1,21	8,9	0,42	70,8	0,84	79,7	1,20
8	LT-K-16-17-19-22-Sd.-Tag	77,2	1,31	86,4	3,34	161,6	4,43	76,8	1,44	91,0	2,01	167,8	0,74	60,3	1,26	68,5	2,36	145,7	1,28
M		37,4		72,2		109,5		46,1		74,9		121,1		33,3		56,1		99,4	
x) KT-W = Kuring, warm																			
KT-W = Kuring, warm																			
MT-W = Mitteltag																			
LT-K = Mitteltag, warm																			

x) KT = Kurztag

KT-W = Kurztag, warm

MT = Mitteltag

MT-W = Mitteltag, warm

= Langtag

= Langtag, warm

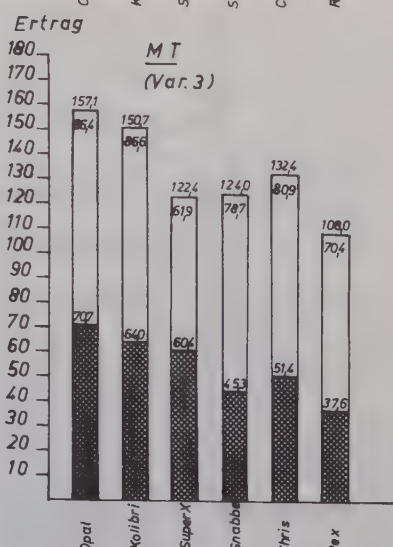
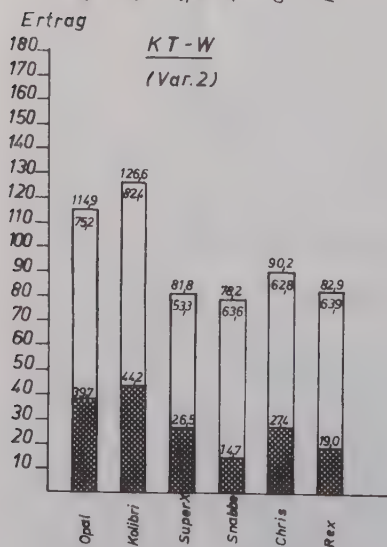
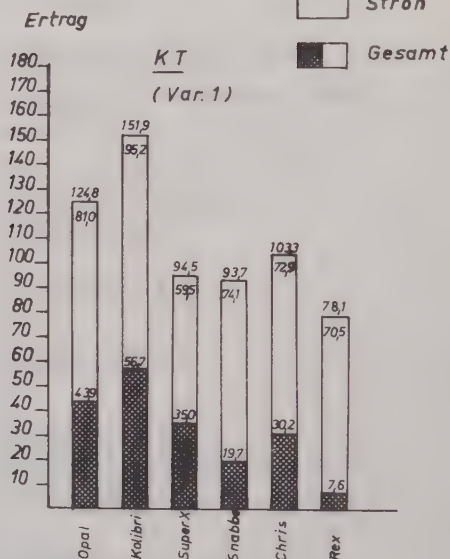
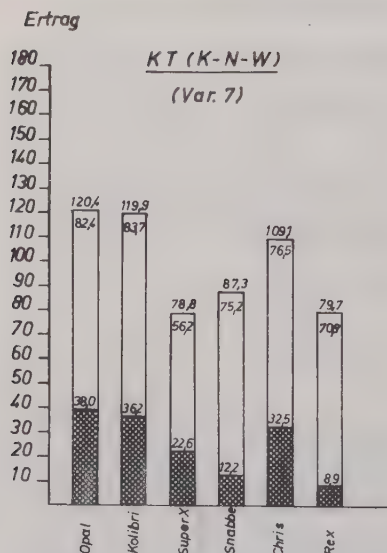
KT(K-N-W)

= Kurztag mit steter Temperatur

= Langtag, kdl

Erträge in g Tr.M/Gef.

 Korn
 Stroh
 Gesamt



KT (K-N-W) = Kurztag mit steiler Temperatur

KT = Kurztag

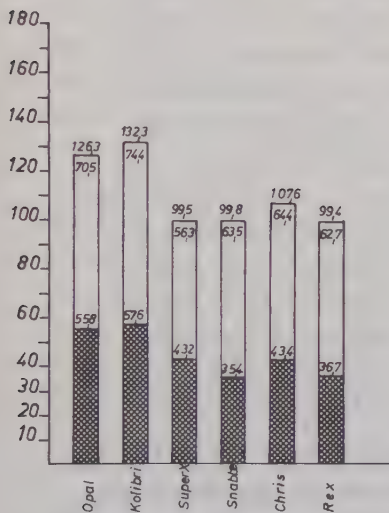
KT-W = Kurztag, warm

MT = Mitteltag

Erträge in g Tr.M / Gef.

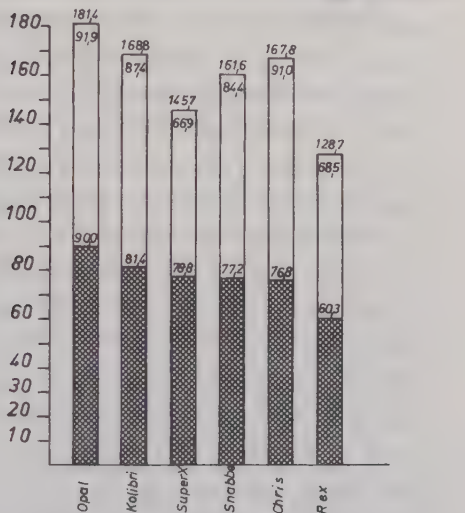
MT-W
(Var. 4)

Ertrag



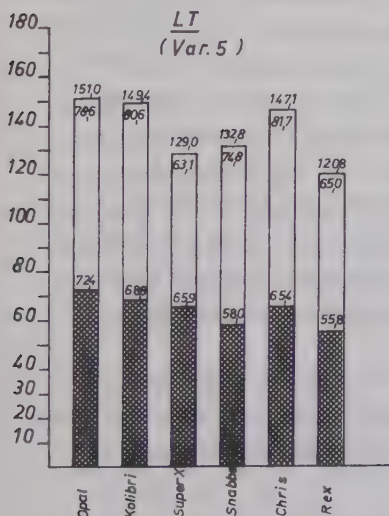
LT-K
(Var. 8)

Ertrag



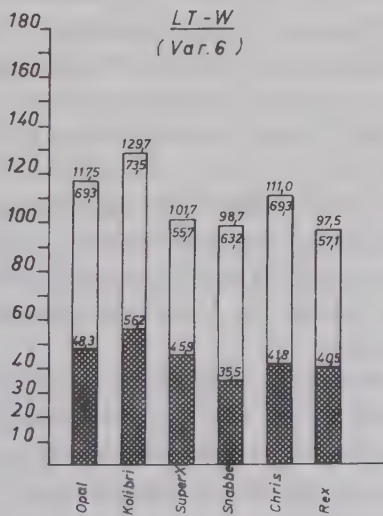
Ertrag

LT
(Var. 5)



Ertrag

LT-W
(Var. 6)



MT-W = Mitteltag, warm

LT-K = Langtag, kühl

LT = Langtag

LT-W = Langtag, warm

ordentlich starker Mehлтаubefall zu berücksichtigen, der ebenfalls in der Variante 7, also im Kurztag bei kühlen bzw. normalen Anfangstemperaturen, aufgetreten ist, und der auch ein Grund dafür sein dürfte, daß unter Bedingungen der Normaltemperaturen häufig niedrigere Kornerträge erzielt werden als unter warmen Bedingungen. Hierfür sprechen auch die durchgeführten Bonitierungen des Mehлтаubefalls. Betrachtet man in Abbildung 5 die ertragreichste Klimavariante 8 ("Langtag-kühl") als Maß, so kann man "OPAL" mit 90,0 g Korn als die leistungsfähigste Sorte und "REX" mit 60,3 g Kornertrag als ertragsärmste Sorte erkennen. Allerdings dürfte auch in diesem Fall ein Mehлтаubefall der Sorte "REX" nicht ohne Einfluß geblieben sein, so daß eine Wertung der Sorte im Hinblick auf die Klimavarianten nur mit Vorsicht vorgenommen werden kann. In der Reihenfolge der Kornerträge der Variante 8 finden sich dann nach "OPAL" die Sorten "KOLIBRI", "SUPER X", "SNABBE" und "CHRIS", wobei jedoch die Differenzen zwischen den letztgenannten Sorten statistisch nicht zu sichern sind. Unter den wärmeren Bedingungen der Langtagsvariante 5 ("normale Temperaturen") fällt "SNABBE" gegenüber "SUPER X" und "CHRIS" im Kornertrag ab. Sonst ist die Reihenfolge die gleiche wie bei kühlen Temperaturen. Bei noch wärmeren Bedingungen (Variante 6, LT-W) gehen die Kornerträge allgemein weiter zurück und neben "SNABBE" hat jetzt auch "KOLIBRI" einen geringeren Kornertrag, so daß "KOLIBRI" nun den höchsten Kornertrag aufweist. "REX" ist jetzt nicht schlechter als "CHRIS". In der Abbildung 4 kommt das Versagen im Kornertrag von "SNABBE" im kurzen Tag gegenüber den anderen Sorten deutlich zum Ausdruck, besonders unter den warmen Temperaturen. Die mittleren Tageslängen entsprechen sowohl bei normalen als auch bei warmen Temperaturen in der Rangordnung der Sorten den schon beschriebenen Langtagsverhältnissen, freilich bei einem etwas geringeren Ertragsniveau als dort.

Somit ergibt sich, daß im Mittel aller Klimavarianten die Sorten "OPAL" und "KOLIBRI" an der Spitze liegen (s. Tab. 4), gefolgt von "SUPER X" und "CHRIS". Die Sorten "SNABBE" und "REX" weisen mit 37,4 g und 33,3 g den niedrigsten Kornertrag auf.

Stroherträge:

Aus der eben angeführten Tabelle 4 und den Abbildungen 4 und 5 ist auch die Höhe der Stroherträge abzulesen: Zunächst kann festgestellt werden, daß die Reaktion der Sorten in diesem Ertragsanteil auf die verschiedenen Klimavarianten allgemein geringer ist als im Kornertrag.

Warme Temperaturen haben gegenüber den normalen Temperaturen unter allen Tageslängenverhältnissen zu niedrigeren Stroherträgen geführt. Die Variante "Kurztag, K-N-W" (Variante 7), die im Kornertrag noch unter der Variante mit warmen Temperaturbedingungen gelegen hatte, ist jetzt mehr den Normaltemperaturen vergleichbar, so daß bereits hier abgelesen werden kann, daß die letzte Temperaturphase von besonderer Bedeutung für die Kornerträge, die früheren Temperaturen mehr für die Höhe der Stroherträge von Bedeutung waren. Die nur im Langtag vorhandene kühle Temperatur (Variante 8) hat gegenüber normalen Temperaturen (Variante 5) bei allen Sorten sinngemäß auch zu höheren Stroherträgen geführt.

Anders als auf die Kornerträge wirkt die Tageslänge auf die Stroherträge. Allgemein kann festgestellt werden, daß kurze Tage oft zu einer höheren Strohproduktion führen. Dies ist der Fall bei "OPAL", "KOLIBRI" und "REX". "SUPER X" produziert dagegen unter längeren Tagesverhältnissen mehr Stroh. Das gleiche kann auch für "CHRIS" festgestellt werden, während "SNABBE" den höchsten Strohertrag zwar unter langen Tagen bei kühlen Bedingungen hat, im ganzen jedoch recht wenig Tageslängenreaktionen in dieser Beziehung zeigt.

Im Mittel aller Klimavarianten (Tabelle 4) hat die Sorte "KOLIBRI" die höchsten Stroherträge geliefert, gefolgt von "OPAL", "CHRIS", "SNABBE" und "REX". Der kurzstrohige mexikanische Weizen "SUPER X" hatte erwartungsgemäß die niedrigsten Stroherträge.

Es wird bei der anschließend zu besprechenden Ertragsanalyse noch zu untersuchen sein, ob diese Unterschiede mehr auf die Strohlänge oder auf die Halmzahl zurückzuführen sind.

Die hohen Kornerträge des langen Tages bei kühlen Bedingungen zusammen mit der guten Strohbildung führen schließlich bei allen Sorten zu den höchsten Gesamttrockenmassenerträgen in dieser Variante (s. Variante 8 in Tabelle 4 und Darstellungen 4 und 5).

Im Mittel aller Klimavarianten finden sich bei der Sorte "KOLIBRI" bei recht guten Kornerträgen auch die höchsten Gesamterträge. Sie sind jedoch nicht gesichert verschieden von denen der Sorte "OPAL".

b) Ertragsanalyse

Die Daten der Ertragsanalyse der soeben beschriebenen Erträge sind aus den Tabellen 5 - 7 und der Abbildung 6 ersichtlich.

Hinsichtlich der Zahl der ährentragenden Halme (Spalte 3, produktive Bestockung, Tab. 5 - 7) kann festgestellt werden, daß die Klimavarianten mit höheren Temperaturen zu einer geringeren Ährenzahl pro Gefäß bei allen Sorten, außer bei der Sorte "SUPER X" geführt haben. Dieses gegensätzliche Verhalten des mexikanischen Sommerweizens ist außerordentlich bemerkenswert. Auch bei "OPAL" wurde im langen Tag bei höheren Temperaturen (Variante 6) eine höhere produktive Bestockung gefunden, jedoch dürfte dieser Wert (54 ährentragende Halme/Gefäß) innerhalb der Fehler zu Variante 5 liegen, so daß hier eher die Feststellung getroffen werden kann, daß "OPAL" im langen Tag hinsichtlich der produktiven Bestockung nicht durch die Temperatur beeinflusst wird. Ebenso sind die Unterschiede in der Zahl ährentragender Halme zwischen "normal" und "warm" bei "KOLIBRI" im mittleren und langen Tag nicht signifikant. Allgemein finden sich die höchsten Werte im langen Tag bei kühlen Temperaturen (Variante 8). Die größte Temperaturwirkung ist regelmäßig im kurzen Tag zu finden (vergl. Variante 1 und 2 gegenüber 3 und 4 und 5 und 6).

In Bezug auf die Wirkung der Länge der Photoperiode kann festgestellt werden, daß die Ährenzahl pro Gefäß durch zunehmende Tageslänge bei allen Sorten gefördert wurde, sowohl unter Normaltemperaturbedingungen

Tabelle 5 :

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971

Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
von Sommerweizensorten
Ertragsanalytische Daten

Nr.	Klimavariante ^{x)}	Kornerttrag je Gefäß in g	Wuchshöhe cm	Zahl ähren- tr. Halme/ Gefäß	Ährenlänge in cm	Gesamt- stufenzahl		Zahl tauber Ährenchen		Kornzahl je Ähre	T. K. G.	Korn-Stroh Faktor
								Ges.	Spitze			
		Opal										
1	KT-12-13-14-17-Std.-Tag	43,9	119	40	10,6	24,5	7,0	3,9	3,1	26,4	41,5	0,54
2	KT-W-12-13-14-17-Std.-Tag	39,7	125	38	10,4	27,3	8,8	5,3	3,5	27,9	37,7	0,53
3	MT-14-15-17-19-Std.-Tag	70,7	129	48	10,3	25,6	5,8	1,9	3,9	32,3	43,1	0,82
4	MT-W-14-15-17-19-Std.-Tag	55,8	122	41	9,5	25,4	5,0	1,9	3,1	33,2	41,2	0,79
5	LT-16-17-19-22-Std.-Tag	72,4	123	49	9,6	22,6	4,3	1,8	2,5	29,7	49,6	0,93
6	LT-W-16-17-19-22-Std.-Tag	48,2	113	54	8,4	23,3	5,7	2,4	3,3	19,3	46,4	0,70
7	KT(K-N-W)12-13-14-17-Std.-T.	38,0	130	36	10,5	27,3	9,4	5,7	3,7	31,3	33,6	0,46
8	LT-K-16-17-19-22-Std.-Tag	90,0	125	54	9,5	22,3	5,4	1,7	3,7	31,3	54,1	0,98
	Mittel	57,3	123	45	9,8	24,8	6,4	3,1	3,4	28,9	43,4	0,72
		Kolibri										
1	KT-12-13-14-17-Std.-Tag	57,6	129	42	9,3	21,5	5,1	0,9	4,2	31,4	42,9	0,59
2	KT-W-12-13-14-17-Std.-Tag	44,2	125	38	9,1	24,6	6,5	1,9	4,6	28,0	41,4	0,53
3	MT-14-15-17-19-Std.-Tag	64,1	128	47	9,3	22,9	4,6	0,8	3,8	31,2	44,0	0,74
4	MT-W-14-15-17-19-Std.-Tag	57,6	125	46	8,6	22,8	4,7	1,1	3,6	28,3	44,5	0,77
5	LT-16-17-19-22-Std.-Tag	68,8	123	48	8,3	19,7	3,3	1,2	2,1	28,4	51,2	0,85
6	LT-W-16-17-19-22-Std.-Tag	56,2	115	47	7,8	20,4	4,1	1,0	3,1	23,3	49,6	0,77
7	KT(K-N-W)12-13-14-17-Std.-T.	36,2	126	37	9,3	24,0	5,8	1,3	4,5	26,1	37,9	0,43
8	LT-K-16-17-19-22-Std.-Tag	81,4	130	58	8,3	19,6	4,9	1,3	3,6	29,1	47,4	0,94
	Mittel	58,3	125	45	8,8	21,9	4,9	1,2	3,7	28,2	44,9	0,70

x) Klimavarianten siehe Tabelle 4 (Erklärung)

Tabelle 6:

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971
 Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
 von Sommerweizensorten
 Ertragsanalytische Daten

Nr.	Klimavariante x)	Kornertr. je Gefäß in g	Wuchshöhe cm	Zahl ähren- tr. Halme Gefäß	Ährenlän- ge cm	Gesamt- stufenzahl	Zahl tauber Ährchen		Kornzahl je Ähre	T. K. G.	Korn-Stroh Verhält- nis
							Ges.	Spitze Basis			
Super X											
1	KT-12-13-14-17-Std. -Tag	35,0	83	47	7,9	18,8	4,8	1,8	22,5	33,3	0,59
2	KT-W-12-13-14-17-Std. -Tag	28,5	83	51	7,8	19,5	6,8	3,9	21,0	24,7	0,53
3	MT-14-15-17-19-Std. -Tag	60,4	92	47	8,5	18,2	4,1	1,1	33,1	41,1	0,97
4	MT-W-14-15-17-19-Std. -Tag	43,2	85	56	7,4	18,9	5,6	2,9	21,3	39,0	0,77
5	LT-16-17-19-22-Std. -Tag	65,9	92	58	7,5	18,0	5,4	2,0	23,4	49,3	1,04
6	LT-W-16-17-19-22-Std. -Tag	45,9	87	62	7,1	18,7	4,2	1,5	18,5	41,3	0,83
7	KT(K-N-W)12-13-14-17-Std-T	22,6	86	46	8,0	19,4	6,1	3,3	19,4	25,8	0,40
8	LT-K-16-17-19-22-Std. -Tag	78,8	96	52	8,2	17,8	3,6	0,7	32,2	47,5	1,18
Mittel											
		47,5	88	52	7,8	18,7	5,1	2,1	23,9	37,7	0,74
Snabbe											
1	KT-12-13-14-17-Std. -Tag	19,7	121	40	8,9	21,0	8,3	6,3	17,4	28,1	0,26
2	KT-W-12-13-14-17-Std. -Tag	14,7	119	25	8,2	24,0	11,5	7,0	15,7	37,1	0,23
3	MT-14-15-17-19-Std. -Tag	45,3	136	48	8,9	21,0	4,3	2,0	27,2	34,0	0,58
4	MT-W-14-15-17-19-Std. -Tag	36,4	121	49	7,5	22,2	6,3	3,3	18,9	38,5	0,57
5	LT-16-17-19-22-Std. -Tag	58,0	130	57	8,0	19,9	5,4	3,3	21,6	47,1	0,78
6	LT-W-16-17-19-22-Std. -Tag	35,5	117	50	7,6	20,7	3,6	1,2	16,8	42,4	0,56
7	KT(K-N-W)12-13-14-17-Std-T	12,2	135	38	9,4	22,4	8,3	5,5	15,7	20,8	0,16
8	LT-K-16-17-19-22-Std. -Tag	77,2	134	67	8,3	19,0	4,3	1,1	27,0	46,5	0,92
Mittel											
		37,4	127	47	8,3	21,3	6,5	3,7	20,0	36,8	0,51

x) Klimavarianten-Erklärung siehe Tabelle 4

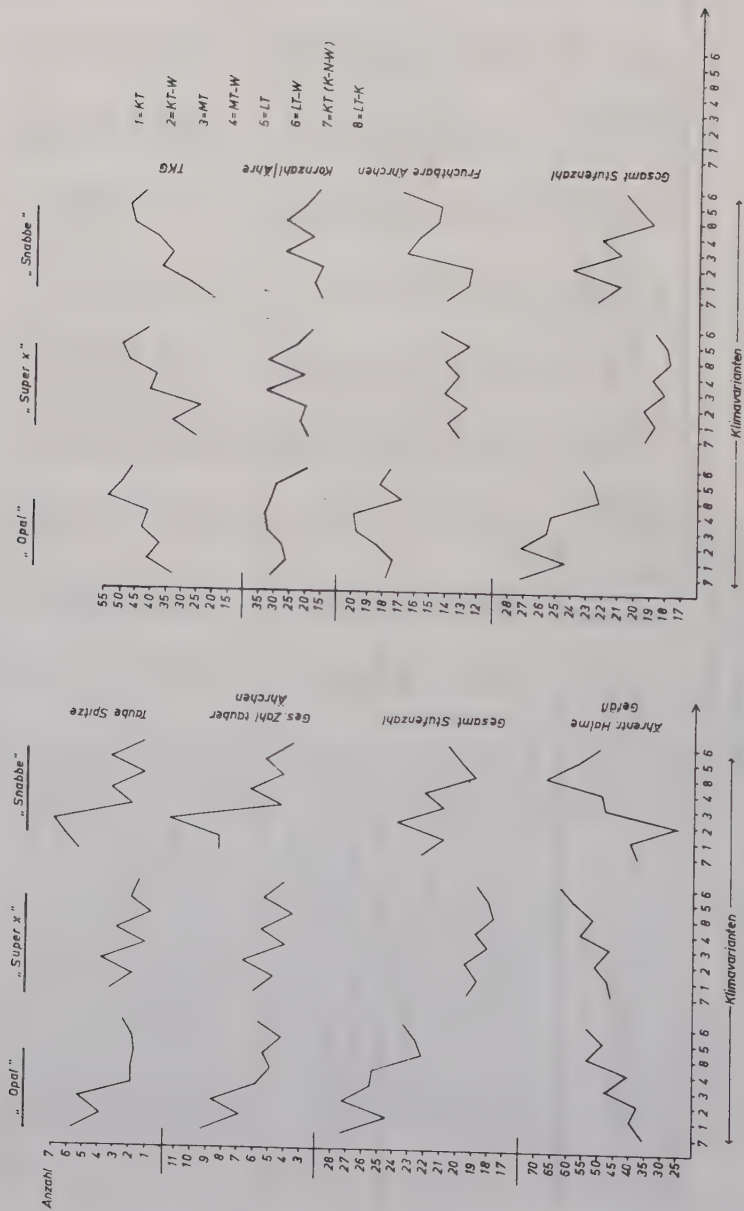
Tabelle 7:

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971
 Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
 von Sommerweizensorten
 Ertragsanalytische Daten

Nr. Klimavariante x)	Kornertr. je Gefäß in g	Wuchshöhe cm	Zahl ähren- tr. Halme Gefäß	Ährenlän- ge cm	Gesamt- stufenzahl	Zahl tauber Ährchen		Kornzahl je Ähre	T. K. G.	Korn-Stroh Verhält- nis
						Ges.	Spitze Basis			
Chris										
1	KT-12-13-14-17-Std. -Tag	130	52	8,0	18,6	3,4	1,4	2,0	23,9	0,41
2	KT-W-12-13-14-17-Std. -Tag	126	42	7,4	20,3	4,3	1,9	2,4	24,3	0,44
3	MT-14-15-17-19-Std. -Tag	140	64	8,0	19,0	3,6	1,0	2,6	25,3	0,64
4	MT-W-14-15-17-19-Std. -Tag	128	61	7,3	19,5	3,6	1,2	2,4	20,6	0,67
5	LT-16-17-19-22-Std. -Tag	140	70	7,7	18,6	3,3	0,6	2,7	23,6	0,80
6	LT-W-16-17-19-22-Std. -Tag	123	63	7,2	19,6	2,8	0,4	2,4	18,7	0,60
7	KT(K-N-W)12-13-14-17-Std.-T.	138	58	7,9	19,8	5,1	3,1	2,0	23,0	0,43
8	LT-K-16-17-19-22-Std. -Tag	142	78	7,9	17,9	2,2	0,4	1,8	24,4	0,84
Mittel		134	61	7,7	19,2	3,5	1,2	2,3	23,0	0,60
Rex										
1	KT-12-13-14-17-Std. -Tag	97	42	8,0	17,5	10,3	8,7	1,6	11,0	0,11
2	KT-W-12-13-14-17-Std. -Tag	103	28	7,2	20,9	8,4	5,7	2,7	20,4	0,30
3	MT-14-15-17-19-Std. -Tag	109	54	7,4	18,6	3,2	1,4	1,8	22,4	0,53
4	MT-W-14-15-17-19-Std. -Tag	102	56	6,6	19,3	4,9	1,9	3,0	18,9	0,54
5	LT-16-17-19-22-Std. -Tag	102	67	6,6	17,1	3,8	1,6	2,2	17,9	0,86
6	LT-W-16-17-19-22-Std. -Tag	92	65	6,5	17,6	3,2	0,7	2,5	15,5	0,71
7	KT(K-N-W)12-13-14-17-Std.-T.	100	36	7,9	21,6	13,5	11,0	2,5	14,3	0,13
8	LT-K-16-17-19-22-Std. -Tag	99	69	6,8	16,9	4,0	1,3	2,7	19,5	0,88
Mittel		100	52	7,1	18,7	6,4	4,0	2,4	17,5	0,51

x) Klimavarianten-Erklärung siehe Tabelle 4

Ertragsanalytische Daten von 3 Sorten bei 8 verschiedenen Klimabedingungen



als auch bei wärmeren Verhältnissen.

Im Mittel aller Klimavarianten zeichnet sich "CHRIS" als die bestockungsfreudigste Sorte aus, gefolgt von "REX" und "SUPER X". Die geringste Zahl Ähren je Gefäß wurde bei "OPAL", "KOLIBRI" und "SNABBE" festgestellt. Bei der schwedischen Sorte "SNABBE" liegt im Kurztag bei warmen Bedingungen die Zahl ährentragender Halme sogar niedriger als die Pflanzenzahl im Gefäß, da einige Pflanzen überhaupt nicht zum Ährenschieben gelangt sind. Hierin dürfte die schlechte Anpassung der Sorte an ökologische Bedingungen südlicher Standorte zum Ausdruck kommen.

Geht man von der Annahme aus, daß die sechs geprüften Sorten für die Art Sommerweizen repräsentativ sind, so kann zusammenfassend für die untersuchten Klimavarianten festgestellt werden, daß zunehmend lange Tage die produktive Bestockung fördern, und daß hinsichtlich der Temperatur unterschiedliche Sortenreaktionen vorkommen können, wie das hier die Sorte "SUPER X" gezeigt hat.

Für den Kornertrag ist ferner die in Spalte 5 angeführte "Gesamtstufenzahl" der Ähre von größerer Bedeutung, die identisch ist mit der von anderen Autoren (BRETSCHNEIDER-HERRMANN 1971, PLARRE 1971, P. LIMBERG 1972) benutzten Spindelgliedzahl, und die letzten Endes auch der Gesamtzahl der während der Entwicklung angelegten Ährchen entspricht.

Wie aus den Tabellen 5 - 7 abzulesen ist, wird dieser Faktor bei den Sorten "OPAL", "KOLIBRI", "SNABBE" und "REX" durch zunehmende Tageslänge negativ beeinflusst. Ein positiver Einfluß ist deutlicher durch wärmere Temperaturbedingungen. Die Sorten "SUPER X" und "CHRIS" zeigen jedoch keinen bzw. nur einen unregelmäßigen und ungesicherten Einfluß der Tageslängen und der Temperaturen. Es kann lediglich festgestellt werden, daß auch bei diesen Sorten im langen Tag unter kühlen Bedingungen die niedrigste Gesamtstufenzahl zu finden ist. Allgemein hat "SUPER X" gleichzeitig die kleinsten Ähren und die geringsten klimabedingten Unterschiede in der Stufenzahl, was schon in früheren Ver-

suchen (BRETSCHNEIDER-HERRMANN 1971) festgestellt wurde.

Aus den Spalten 6 sowie 7 und 8 in den Tabellen 5 - 7 ist nun zu ersehen, wieviele der angelegten Ährchen (Spalte 6) an der Spitze der Ähre (Spalte 7) und an der Ährenbasis (Spalte 8) rückgebildet wurden, bzw. bei voller Ausbildung der Spelzen unfruchtbar geblieben sind. Es fällt auf, daß im kurzen Tag, bei dem soeben die höchsten Stufenzahlen festgestellt wurden, die meisten tauben Ährchen gefunden werden und im langen Tag die wenigsten. Offenbar werden bei einer größeren Gesamtzahl gebildeter Spindelglieder (s. o.) auch mehr Ährchen reduziert, bzw. sie bleiben unfruchtbar. Diese gegenseitige Abhängigkeit kann besonders deutlich auch aus der Abbildung 6 am Beispiel der Sorten "OPAL", "SUPER X" und "SNABBE" abgelesen werden. Im Endergebnis findet auf diese Weise ein gewisser Ausgleich in der Zahl fruchtbarer Ährchen statt, der sich dann auch in der festgestellten Kornzahl je Ähre niederschlägt. Dabei kann festgestellt werden, daß der überwiegende Einfluß auf die Zahl tauber Ährchen die Ährenbasis hat, während an der Ährenspitze nur bei wenigen Sorten unter bestimmten Klimabedingungen eine größere Anzahl tauber Ährchen festgestellt werden kann (s. Abb. 6). Mehrfach trifft dies für den Kurztage bei warmen Bedingungen (Variante 2) in der Phase Ährenschieben bis Reife zu, und zwar bei "REX", "SUPER X" und "OPAL".

Folgerichtig wird die höchste Kornzahl je Ähre unter mittleren Tageslängenbedingungen gefunden, und zwar dann, wenn hier bei einer mittleren Gesamtstufenzahl relativ wenig Taubheit in der Ähre gefunden wird.

Da zu der Aufarbeitung der Einzelähre vorwiegend solche der Haupthalme herangezogen wurden, werden bei hoher produktiver Bestockung und der allgemein kleineren Ähre dieser Bestockungstriebe die Kornzahlen je Ähre auch von dieser Seite her noch mit beeinflusst. Im Mittel finden sich schließlich die höchsten Kornzahlen je Ähre bei "OPAL" und "KOLIBRI", gefolgt von "SUPER X" und "CHRIS", während "SNABBE" und "REX" den geringsten Kornbesatz je Ähre aufweisen.

Hohe Kornzahlen je Ähre gehen häufig einher mit einem verminderten Tausend-Korn-Gewicht. Der stärkste Einfluß auf das Tausend-Korn-Gewicht ist allerdings durch die Temperatur in der Kornbildungsphase gegeben, die immer dann zu deutlich geringeren Werten führt, wenn die Zahl fertiler Ährchen und damit die Kornzahl/Ähre bessere Werte aufweist.

Folgerichtig findet sich bei allen Sorten das höchste Tausend-Korn-Gewicht bei kühlen bzw. normalen Temperaturen (Variante 8 und 5) und die geringsten Tausend-Korn-Gewichte unter Kurztagbedingungen und besonders dann, wenn die Kornbildungsphase warm war.

Gleichzeitig dürfte auf das Tausend-Korn-Gewicht noch die Summe der durch Lichtstrahlung und Temperatur gelieferten Gesamtenergie von Einfluß gewesen sein, wobei die unten noch zu besprechenden Längen der Kornbildungsphase berücksichtigt werden müssen. Somit erscheint das Tausend-Korn-Gewicht als eine von einem großen Faktorenkomplex beeinflusste Größe.

Im Korn-Stroh-Faktor (Spalte 11) kommt bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Höhe der Kornerträge, die hier in Spalte 1 noch einmal angeführt sind, auch die Höhe des Strohertrages zum Ausdruck. Ein niedriges Korn-Stroh-Verhältnis bedeutet besonders dann, wenn auch die Kornerträge nicht zu gering waren, einen hohen Strohertrag. Dies ist im wesentlichen das Ergebnis wieder der Bestockung und außerdem der Wuchshöhe (Spalte 2).

Wie oben festgestellt, wurde die Bestockung positiv durch die Tageslänge beeinflusst; mit der Temperatur korrelierte sie negativ (Ausnahmen "SUPER X" !). Die größten Wuchshöhen werden im kurzen und im mittellangen Tag erreicht, wobei sie bei kühlen Temperaturen, vor allem im mittellangen Tag, maximale Werte erreichen. Zusammen mit den schlechten Kornerträgen und den großen Wuchshöhen im kurzen Tag finden sich somit hier die niedrigsten Korn-Stroh-Faktoren. Da das Längenwachstum mit dem Ährenschieben praktisch abgeschlossen wird, dürften auch hierfür die anschließend zu besprechenden Phasenlängen der Entwicklung, in

diesem Zusammenhang die Länge der Phasen Aufgang bis Ährenschieben, von Bedeutung gewesen sein.

c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen

Entsprechend den einleitend beschriebenen Zusammenhängen zwischen Ertrag und Ertragsaufbau einerseits und der Pflanzenentwicklung andererseits kommt den durchgeführten Entwicklungsuntersuchungen besondere Bedeutung zu.

Wie aus der Tabelle 8 zu entnehmen ist, wurde die Determination (Stadium "D" s. S. 21) bei allen Sorten und Klimavarianten nahezu gleichzeitig 15 - 16 Tage nach Aufgang festgestellt. Eine größere Abweichung findet sich bei der Sorte "REX", wo die Determination verzögert, 20 Tage nach Aufgang, unter Kurztags- und warmen Klimabedingungen gefunden wurde.

Der Eintritt in das Stadium "A" wird bei der Sorte "OPAL" am frühesten unter den Bedingungen des langen Tages erreicht. Bei den anderen Sorten ist dies ebenso der Fall, allerdings bei "SUPER X" und "SNABBE" - weniger deutlich bei "CHRIS" - nur unter den wärmeren Temperaturbedingungen des langen Tages (Variante 6). Bei einem Vergleich der kurzen Tageslängen mit den mittleren Tageslängen kann diese Beschleunigung durch längere Tage nicht festgestellt werden, jedoch wirkt sich im mittellangen Tag außer wieder bei "CHRIS" die höhere Temperatur regelmäßig beschleunigend aus. Im kurzen Tag wird bei "REX", "CHRIS" und "OPAL" keine Temperaturwirkung gefunden, nur "KOLIBRI" und "SUPER X" werden auch hier früher. Sinngemäß verläuft die Entwicklung am langsamsten unter den anfänglich kühlen Bedingungen im Kurztag der Variante 7. Betrachtet man die Länge der Phasen "D - A" (Abbildung 7), so entsprechen diese aufgrund der nur wenig verschiedenen Phasenlängen "Aufgang - D" den soeben beschriebenen von Aufgang an gerechneten Zeiten: Sie variieren zwischen 6 - 7 Tagen im "Langtag normal" (Variante 5) und

Tabelle 8:

Phytotron-Gefäßversuch 1. 1971
Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
von Sommerweizensorten
Entwicklungsdaten in Tagen ab Aufgang der Pflanze

Sorten	Entwicklungsstadien	Klimavarianten x)									
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Opal	Determination	15	15	15	15	15	15	15	15		
	Aufg. bis Ährenbild.	27	28	27	23	22	22	36	28		
	Aufg. bis Blütenb.	49	63	44	38	38	38	64	38		
	Aufg. bis Ährsch.	94	90	79	70	72	81	92	77		
Kolibri	Aufg. bis Gelbreife	153	144	139	122	132	109	142	144		
	Determination	16	15	15	15	16	15	16	15		
	Aufg. bis Ährenbild.	28	23	28	27	22	22	37	28		
	Aufg. bis Blütenb.	49	60	46	43	38	38	64	41		
Super X	Aufg. bis Ährsch.	93	92	77	70	69	59	93	76		
	Aufg. bis Gelbreife	151	144	139	122	127	109	142	139		
	Determination	15	15	15	15	16	15	15	15		
	Aufg. bis Ährenbild.	27	23	27	23	25	22	32	28		
Schnabe	Aufg. bis Blütenb.	46	50	44	38	38	41	55	44		
	Aufg. bis Ährsch.	89	91	77	68	70	59	89	73		
	Aufg. bis Gelbreife	146	139	134	119	125	106	132	135		
	Determination	16	16	16	16	16	15	16	15		
Chris	Aufg. bis Ährenbild.	28	29	28	28	28	27	34	26		
	Aufg. bis Blütenb.	44	50	44	41	41	41	52	41		
	Aufg. bis Ährsch.	82	77	73	65	68	58	81	73		
	Aufg. bis Gelbreife	146	142	135	122	125	109	132	134		
Rev	Determination	16	16	15	15	15	15	16	15		
	Aufg. bis Ährenbild.	27	30	27	23	22	22	31	28		
	Aufg. bis Blütenb.	44	51	44	38	38	36	51	41		
	Aufg. bis Ährsch.	90	90	76	65	65	59	90	60		
	Aufg. bis Gelbreife	146	139	135	115	119	101	131	131		

x) Klimavarianten; Erklärung siehe Tabelle 4

"Langtag warm" (Variante 6) und 16 - 21 Tagen im anfänglich kühlen Kurztag (Variante 7). Somit ergibt sich für den Beginn des Stadiums "A" allgemein eine beschleunigende Wirkung eines mehr als 14 Stunden langen Tages sowie eine Entwicklungsbeschleunigung, die durch zunehmende Temperatur bedingt ist und die gleichzeitig von den Sorten abhängig erscheint. Letztere tritt zum Teil im Kurztag ("KOLIBRI", "SUPER X", "SNABBE" und "REX") und zum Teil im Langtag beim Vergleich zu kühlen Bedingungen (Variante 8) (hier auch für "OPAL" und "CHRIS") in Erscheinung.

Für den Beginn des folgenden Entwicklungsabschnittes der Blütchenbildung (B) werden die soeben gefundenen Temperatur- und Tageslängeneinflüsse noch in gleicher Richtung verstärkt. Interessant ist, daß "OPAL", "KOLIBRI", "CHRIS" und "REX" auch jetzt noch nicht im Langtag durch wärmere Bedingungen beeinflusst werden. Sogar die Verzögerung durch kühle Temperaturen im langen Tag, die vorher noch für den Beginn von "A" gefunden wurde, ist hier nicht festzustellen. Es dominiert somit für diese Sorten bis zu diesem Zeitpunkt der Langtageinfluß. Erst das "Ährrenschieben" ("Ähr.Sch.") beginnt im langen Tag bei höheren Temperaturen deutlich früher (s. Tab. 8), woraus sich eine entscheidende Verkürzung der Phasenlänge der Blütchenbildung ("B - Ähr.Sch.") bei diesen Sorten ergibt. Sie ist bei "SNABBE" am stärksten ausgeprägt und ergibt einen Unterschied zwischen Normal- und warmen Bedingungen von 14 Tagen (s. Abb. 7, Variante 5 und 6). Im Kurztag und im mittellangen Tag ist bei dieser Sorte der durch die Temperatur bedingte Phasenlängenunterschied nur 2 - 3 Tage. Hierin kommt deutlich der Langtag-Charakter dieser nordeuropäischen Sorte zum Ausdruck.

Die Gelbreife (s. Tab. 8) wird schließlich von allen Sorten zuerst im warmen Langtag erreicht. Am frühesten ist "REX" mit 105 Tagen von Aufgang bis Gelbreife und am spätesten unter diesen Bedingungen "SUPER X" mit 118 Tagen. Im kurzen Tag bei normalen Temperaturen werden die Sorten am spätesten reif, wobei auch wieder "SUPER X" mit 158 Tagen die längste Vegetationszeit hat, gefolgt von "OPAL" und

Dauer der Entwicklungsphasen in Tagen

Tage



(Beschreibung der Klimavarianten 1-8 s. Tabelle 8 und Text)

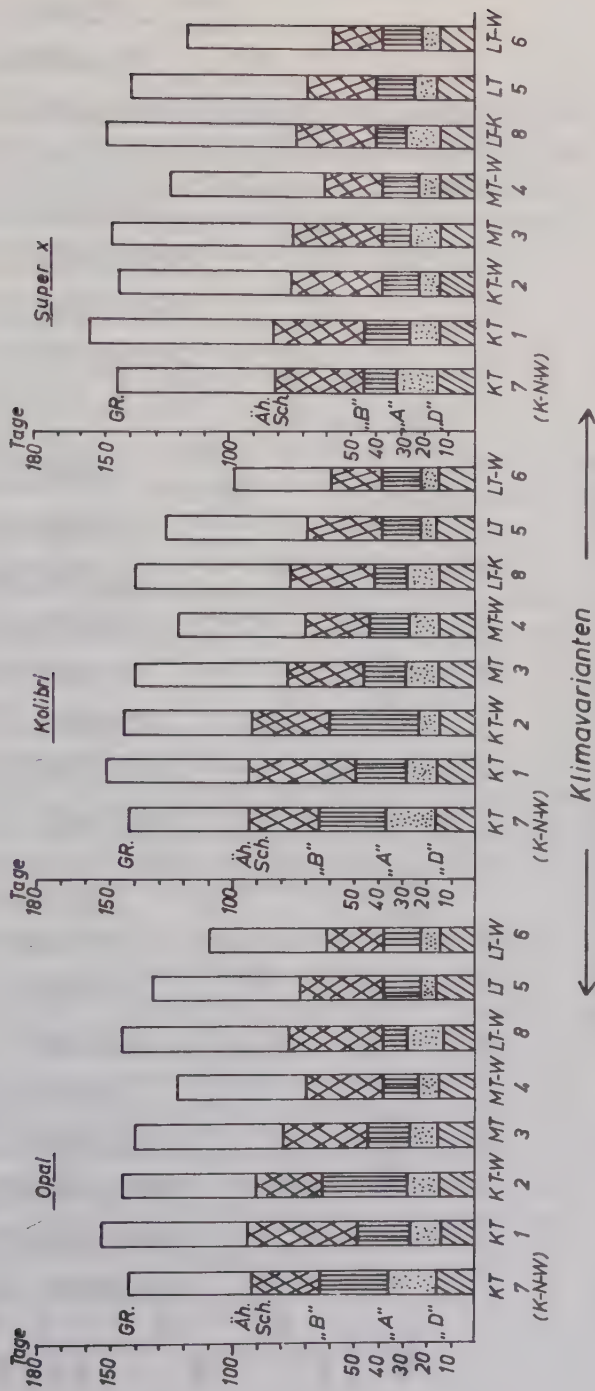
"KOLIBRI", "SNABBE", "CHRIS" und "REX" mit je 146 Tagen. Der mittellange Tag zeigt die gleiche Abstufung zwischen den Sorten und bringt eine Vegetationszeit, die zwischen denen der kurzen und langen Tage liegt. Unter kühlen Bedingungen (Variante 8) wirken die langen Tage noch soweit beschleunigend auf den Eintritt der Reife, daß sie zum Teil gleichzeitig mit den Kurztagsbedingungen und warmen Temperaturen, zum Teil zusammen mit den Pflanzen im mittellangen Tag und Normaltemperatur erreicht wird. Innerhalb gleicher Tageslänge wird die Reife durch höhere Temperaturen deutlich beschleunigt bzw. durch kühle Bedingungen (Langtag, Variante 8) verzögert. Diese Einflüsse treffen regelmäßig für alle Sorten zu, sind jedoch graduell bei den einzelnen Sorten verschieden stark.

Einen zusammenhängenden Überblick über den Entwicklungsverlauf der Sorten unter den verschiedenen Klimabedingungen geben die Abbildungen 8 und 9.

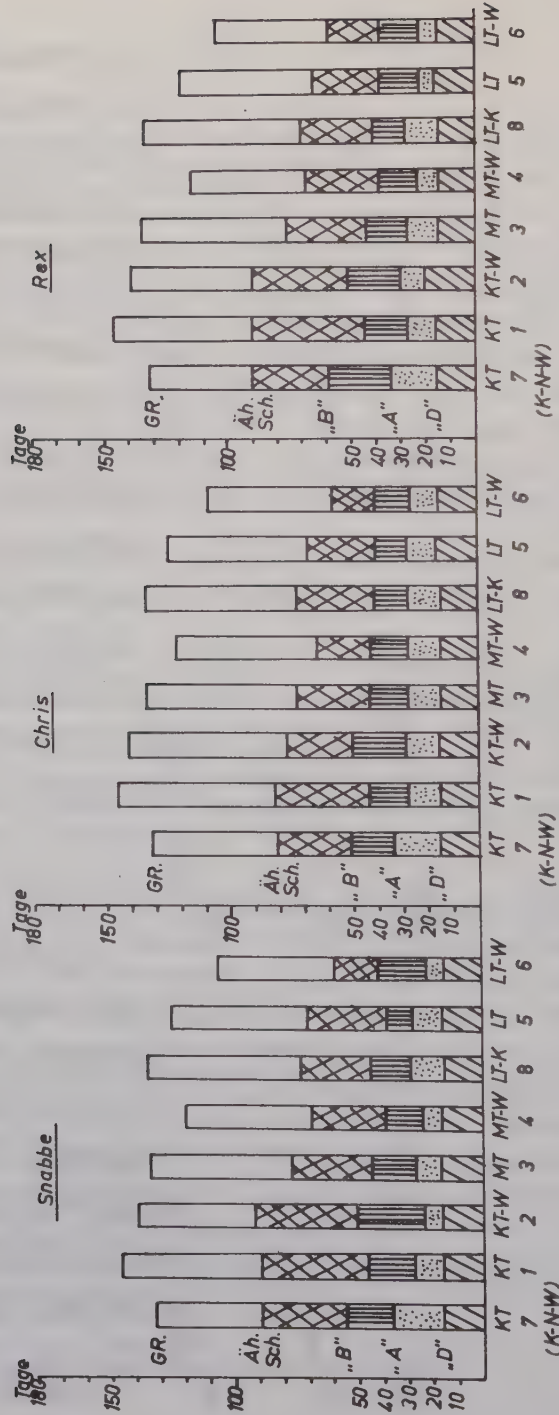
Aus ihnen wird der starke Temperatureinfluß im langen Tag noch einmal besonders deutlich, ebenso der geringere Einfluß der Temperatur im kurzen Tag. Hervorgehoben werden muß außerdem der die Länge der Phase "A - B" stark beeinflussende warme Kurztag bei den Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "SNABBE" und die "Unempfindlichkeit" der Sorte "SUPER X" in dieser Beziehung.

Bei einem zusammenfassenden Überblick über die wesentlichsten Ergebnisse dieses unter kontrollierten Bedingungen durchgeführten Tageslängen-Temperatur-Gefäßversuchs muß rückblickend auf die Erträge noch einmal hervorgehoben werden, daß längere Tage bei allen Sorten bessere Ergebnisse gebracht hatten, und daß die Temperatur allgemein von negativem Einfluß gewesen ist. Dabei hatte sich diese Temperaturwirkung abhängig von den Tageslängen und auch von der Sorte gezeigt. Es konnte ferner beschrieben werden, daß die einzelnen Sorten in Abhängigkeit vom Klima im Ertragsaufbau unterschiedlich waren. Von besonderer Bedeutung waren hier die Zahl ährentragender Halme, die Zahl fertiler Ährchen und damit korreliert die Kornzahl je Ähre sowie schließlich das Tausend-Korn-Gewicht.

Phylotron - Gefäßversuch 1/1971



Erläuterung der Klimavarianten s. Tabelle 8

Entwicklungsverlauf in Tagen ab Anfang

Klimavarianten

Erläuterung der Klimavarianten s. Tabelle 8

Zu diesen Erträgen und ihrer Struktur hat neben quantitativen Licht- und Temperaturwirkungen im Sinne des "Produktivitätstyps" der Entwicklungsverlauf entscheidend beigetragen, dessen zeitlicher Rhythmus wiederum einen deutlichen Einfluß der Klimafaktoren erfahren hat. Eine entsprechende Untersuchung bleibt der unten erfolgenden Diskussion der Ergebnisse vorbehalten.

d) Stickstoffaufnahme

Die Untersuchungen des Stickstoffgehaltes von Korn und Stroh in diesem Versuch (Methodisches s. S. 21) ergaben die in den Tabellen 9 und 10 angeführten Aufnahmewerte, berechnet aus den Analysenwerten der Tabelle II im Anhang. Aus der Summe beider errechnen sich die in Tabelle 11 angeführten Gesamtaufnahmen. Gleichzeitig wurde durch die Bildung des Quotienten $\text{Ertrag} : \text{Aufnahme}$ die Verwertung des Stickstoffs errechnet, die angibt, wieviel g Ertrag durch je g aufgenommenen Stickstoff erzielt wurden.

Es zeigt sich, daß die durch Korn aufgenommene Stickstoffmenge in diesem Phytotronversuch, bedingt durch das hohe Ertragsniveau, im Durchschnitt recht hoch liegt, daß aber durch die verschiedenen Klimabedingungen und die damit gegebene Variation der Erträge eine große Streuung der Einzelwerte bedingt ist.

Dementsprechend finden sich bei allen Sorten die höchsten Stickstoffaufnahmen durch Korn im langen Tag bei kühlen Bedingungen (Variante 8 in Tab. 9), die geringsten im kurzen Tag, besonders in der Variante 7 mit K-N-W-Temperatur, die auch die geringsten Kornerträge gebracht hatte. Diese Feststellung trifft für alle Sorten zu. Wie jedoch aus den Verwertungszahlen abgelesen werden kann, wurden diese geringeren aufgenommenen Mengen in diesen Fällen auch weniger gut verwertet. Die durch Tageslängeneinfluß bedingte Stickstoffverwertung (vergl. Variante 1, 3 und 5 bzw. 2, 4 und 6) ist nur wenig unterschiedlich. Bei der Sorte

Tabelle 9:

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971
N-Aufnahme und Verwertung g/Gefäß durch Korn

Nr. Klima-varianten x)	Aufnahme					Verwertung						
	Opal	Kolibri	SuperX	Snabbe	Chris	Rex	Opal	Kolibri	SuperX	Snabbe	Chris	Rex
1 KT	1,063	1,332	0,846	0,534	0,823	0,260	41,29	42,56	41,37	36,89	36,69	29,23
2 KT-W	1,079	1,146	0,739	0,430	0,800	0,559	36,79	38,56	38,56	34,18	34,25	33,98
3 MT	1,506	1,516	1,368	1,235	1,354	1,040	46,94	42,28	44,15	36,68	37,96	36,15
4 MT-W	1,342	1,467	1,077	1,038	1,266	1,002	41,57	39,26	40,11	35,06	34,28	36,62
5 LT	1,537	1,577	1,461	1,364	1,641	1,422	47,10	43,62	45,10	42,52	39,85	39,31
6 LT-W	1,196	1,447	1,083	0,945	1,181	1,111	40,38	38,83	42,38	37,56	35,39	36,45
7 KT(K-N-W)	1,061	0,990	0,619	0,365	0,667	0,212	35,81	36,56	36,51	33,42	48,72	41,98
8 LT-K	1,711	1,662	1,577	1,596	1,722	1,367	52,60	48,97	49,96	48,37	44,59	44,11

x) Erläuterung der Klimavarianten siehe Tabelle 4

Tabelle 10:

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971
N-Aufnahme und Verwertung g/Gefäß durch Stroh

Nr. Klima-varianten x)	Aufnahme					Verwertung						
	Opal	Kolibri	SuperX	Snabbe	Chris	Rex	Opal	Kolibri	SuperX	Snabbe	Chris	Rex
1 KT	0,790	0,339	1,002	1,026	0,863	1,152	102,53	148,98	59,38	72,22	84,47	61,19
2 KT-W	0,796	0,693	0,955	1,169	0,974	1,084	94,47	118,90	55,81	54,40	64,47	58,94
3 MT	0,573	0,470	0,619	0,756	0,607	0,651	150,78	184,25	100,00	104,37	133,27	93,74
4 MT-W	0,632	0,491	0,765	0,756	0,650	0,780	111,55	152,13	73,59	83,99	99,07	80,38
5 LT	0,459	0,444	0,621	0,617	0,484	0,563	171,24	181,53	101,61	121,23	168,80	115,45
6 LT-W	0,652	0,508	0,757	0,743	0,653	0,742	106,28	144,68	73,05	85,06	106,12	76,95
7 KT(K-N-W)	0,818	0,866	1,036	1,161	0,905	1,251	100,73	96,65	54,24	64,77	84,53	56,59
8 LT-K	0,472	0,343	0,418	0,465	0,418	0,520	194,06	254,81	160,04	181,50	217,70	131,73

x) Erläuterung der Klimavarianten siehe Tabelle 4

"KOLIBRI" hat sie überhaupt keine Beeinflussung erfahren. Durch die höhere Temperatur (vergl. Variante 1 und 2 bzw. 3 und 4 bzw. 5 und 6) wird jedoch bei dieser Sorte stets auch eine Verschlechterung in der Verwertung bewirkt. Umgekehrt führt die kühle Temperatur (vergl. Variante 6, 5 und 8) zu einer Verbesserung der Stickstoffverwertung. Bei den anderen Sorten sind gewisse Wechselwirkungen zwischen Temperatur und Tageslänge festzustellen, die sich in unterschiedlichen Verwertungszahlen bei Varianten mit gleichen Temperaturen und verschiedenen Tageslängen ausdrücken.

Unter Berücksichtigung der oben festgestellten Abhängigkeiten von Ertrag und Entwicklungsverlauf kann geschlossen werden, daß die mit einer die Phasenlänge "Ähr.Sch. - Reife" verkürzenden Temperaturwirkung verbundene Kornertragssenkung für diese hier festgestellte Verwertung die Ursache ist. Offenbar konnte die der Kornausbildung vorausgegangene Stickstoffaufnahme nicht mehr zur Kornbildung verwertet werden. Wie aus der Tabelle 10 ersichtlich ist, findet sich dafür diese im Korn der warmen Klimavarianten fehlende Stickstoffmenge im Stroh. Die Stickstoffaufnahme durch Stroh liegt umgekehrt wie bei den Kornerträgen unter warmen Bedingungen in den meisten Fällen deutlich über der der Normaltemperaturvarianten und bei kühlen Bedingungen wiederum niedriger als bei Normal. Dennoch ist die Verwertung dieser höheren Stickstoffaufnahmen genau wie bei Korn schlechter. Ferner läßt sich feststellen, daß durch die zunehmende Tageslänge sowohl geringere Aufnahmewerte und umgekehrt bessere Verwertungszahlen bedingt sind.

Für die Aufnahme und Verwertung durch "Gesamt" (s. Tab. 11) ergibt sich nun, daß durch die gegensätzlichen Ergebnisse bei Korn und Stroh ein Ausgleich der Einzelwerte erreicht wird: die Aufnahmezahlen weisen sowohl beim Vergleich verschiedene Tageslängen bei gleichen Temperaturen als auch bei einem Temperaturvergleich wesentlich ausgeglichene Werte auf. Die allgemein etwas niedriger liegenden Stickstoffaufnahmen der Sorte "SUPER X" dürften auf das niedrigere Strohertragsniveau dieser Sorte zurückzuführen sein. Bei der Sorte "REX" hat hierauf außerdem

Tabelle 11:

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971
N-Aufnahme und Verwertung g/Gefäß durch Korn und Stroh

Nr.	Klima- variante x)	Aufnahme gesamt						Verwertung gesamt					
		Opal	Kolibri	SuperX	Snabbe	Chris	Rex	Opal	Kolibri	SuperX	Snabbe	Chris	Rex
1	KT	1,853	1,971	1,848	1,560	1,686	1,412	67,3	77,1	51,1	60,1	61,3	55,3
2	KT-W	1,875	1,839	1,694	1,599	1,774	1,643	61,3	68,8	48,3	48,9	50,8	50,4
3	MT	2,079	1,986	1,987	1,989	1,961	1,791	75,6	75,9	61,6	62,3	67,5	60,3
4	MT-W	1,974	1,958	1,842	1,797	1,916	1,782	63,9	67,6	54,0	55,6	56,1	55,8
5	LT	1,996	2,021	2,082	1,981	2,126	1,984	75,6	73,9	61,9	67,0	69,2	60,9
6	LT-W	1,848	1,955	1,840	1,688	1,834	1,853	63,6	66,3	55,3	58,5	60,5	52,6
7	KT(K-N-W)	1,879	1,856	1,655	1,526	1,572	1,463	64,1	64,6	47,6	57,2	69,4	54,5
8	LT-K	2,183	2,005	1,995	2,061	2,140	1,887	83,1	84,2	73,0	78,4	78,4	68,2

x) Erläuterung der Klimavarianten siehe Tabelle 4

noch der schon erwähnte Mehitaubefall einen Einfluß gehabt. Insgesamt kann für die Aufnahme durch Korn und Stroh festgestellt werden, daß bei einer Düngung von 2,0 g N/Gefäß vielfach die gesamte gedüngte Stickstoffmenge in der Pflanze wiedergefunden werden kann. Dies legt die Vermutung nahe, daß unter den für Wachstum und Ertrag günstigsten Klimabedingungen bei einer höheren Stickstoffdüngung noch höhere Gesamterträge hätten erreicht werden können, zumal in den Varianten mit höheren Aufnahmen auch die Verwertung besser ist.

Weiterhin kann wiederum bestätigt werden, daß eine Einbeziehung der Verwertungszahl für eine pflanzenphysiologische Deutung der Aufnahme-
werte unerlässlich ist, worauf E. v. BOGUSLAWSKI et al. (1954) früher hingewiesen haben.

2. Phytotron-Gefäßversuch 2 (1971/72)

Hinsichtlich der in Abschnitt "Methodisches" im einzelnen beschriebenen Klimavarianten dieses Versuchs ist im Vergleich zu dem soeben beschriebenen Gefäßversuch 1 zu bemerken, daß jetzt sowohl der 13-Stunden-Tag als auch die Variante mit kurzer Tageslänge bei gleichem mittleren Temperaturgang eine größere Differenz zwischen Tag- und Nachttemperatur hatten, und daß ferner die kurze Tageslänge in den letzten Klimaphasen eine um eine Stunde verkürzte Photoperiode gegenüber der entsprechenden Variante des Gefäßversuches 1 hatte. Beide Änderungen hatten das Ziel, die in südlichen Breiten vorkommenden Tageslänge - Temperaturklimata besser zu beschreiben.

Abweichungen im Ertragsniveau zwischen den entsprechenden Varianten der Versuche können hier begründet liegen. Ferner ist daran zu erinnern, daß auch die Lichtintensität in diesem Versuch etwas höher lag als im Versuch 1971 (s. S. 26 und 28).

Das etwas höhere Ertragsniveau dürfte hier darauf zurückzuführen sein.

a) Erträge

Kornertrag:

Wie im vorhergehenden Versuch gefunden, nehmen auch in diesem Versuch die Kornerträge mit zunehmender Tageslänge zu. Offenbar aufgrund des oben erwähnten höheren Ertragsniveaus sind jedoch die Mehrerträge der langen Tageslänge bei "SUPER X" und "FLORENCE-AUORE" weniger groß. Die Sorte "RANG" hat sogar im langen Tag einen geringeren Ertrag gebracht als im mittellangen Tag. Sie hat im ganzen gesehen auch das niedrigste Kornertragsniveau (vergl. Variante 2, 3 und 4 in Tab. 12). In die Abstufung der Photoperioden nicht ohne weiteres einzuordnen ist der 13-Stunden-Tag, der in den 1. beiden Klimaphasen eine Stunde länger war als die Photoperiode des kurzen Tages. In der nachfolgenden Klimaphase haben beide Varianten einen 13-Stunden-Tag. Danach erhöht sich

Tabelle 12: Phytotron-Gefäßversuch 2 1971/72
Tageelängen- und Temperaturverlauf auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
von Sommerweizenorten - Erträge in g ÄH/Geß. und $s_{\bar{x}}$

Var. Nr.	Klima-variante x)	Korn $s_{\bar{x}}$	Opal Stroh $s_{\bar{x}}$	Gesamt $s_{\bar{x}}$	Korn $s_{\bar{x}}$	Kollibri. Stroh $s_{\bar{x}}$	Gesamt $s_{\bar{x}}$	Korn	$s_{\bar{x}}$	Super X Stroh $s_{\bar{x}}$	Gesamt $s_{\bar{x}}$									
1	13-Süd.-Tag	42,3	1,55	115,4	0,50	157,8	2,05	47,4	1,89	127,5	0,83	175,0	2,32	38,4	2,15	64,1	1,54	102,4	1,90	
2	KT-12-13-14-16-Süd.-Tag	51,8	2,79	95,6	0,64	147,4	3,18	43,4	1,58	92,5	0,84	135,9	2,28	36,2	3,05	57,4	1,70	95,6	1,35	
3	MT-14-15-17-19-Süd.-Tag	62,0	1,88	93,8	1,26	155,8	3,06	59,5	1,59	86,5	0,85	147,5	0,85	52,5	2,88	56,9	0,57	109,5	2,65	
4	L.T-16-17-19-22-Süd.-Tag	65,6	2,27	96,3	0,79	161,9	2,85	64,9	1,73	89,4	1,14	147,9	2,64	56,9	2,50	60,4	1,52	114,0	2,72	
5	L.T red. Li.-Int. auf Var. 2	62,3	1,59	92,6	1,86	155,0	3,32	63,5	1,73	89,4	1,14	147,9	2,64	56,9	2,50	60,4	1,52	114,0	2,72	
6	L.T (K-N-W)	54,4	1,20	86,2	0,10	140,6	1,30	58,9	1,59	80,3	0,80	139,2	2,31	52,6	1,85	50,1	1,82	117,8	0,57	
7	KT hohe Li.-Int.	69,4	0,57	117,2	1,62	186,6	2,09	55,7	1,93	111,0	1,86	166,7	3,64	51,6	2,12	59,2	2,90	121,2	4,48	
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	66,9	2,74	94,9	1,00	151,9	3,73	61,2	0,65	86,5	0,91	147,7	1,57	57,5	1,31	56,3	0,61	113,8	1,08	
M								59,1	97,7		151,2		50,1	Florence-Aurore						
Range											94,4		56,8		94,4					
Orca											105,3		37,0		105,3					
1	13-Süd.-Tag	28,8	2,28	114,5	5,07	143,4	5,55	37,0	1,63	79,4	0,80	142,3	1,13	53,9	1,87	75,6	0,45	129,5	1,87	
2	KT-12-13-14-16-Süd.-Tag	24,4	2,40	77,6	1,08	102,1	1,88	34,3	2,78	79,4	1,27	113,7	3,50	40,1	1,92	57,6	1,51	97,7	1,89	
3	MT-14-15-17-19-Süd.-Tag	46,1	1,73	86,8	0,28	133,0	1,97	50,5	1,30	86,5	0,31	137,0	1,76	50,9	1,90	58,2	1,34	119,1	2,81	
4	L.T-16-17-19-22-Süd.-Tag	43,1	1,17	86,5	1,47	129,7	0,35	56,8	0,49	88,0	0,55	144,8	0,58	51,0	1,52	69,5	0,44	120,5	1,39	
5	L.T red. Li.-Ing. auf Var. 2	49,2	0,28	82,5	0,48	129,7	0,35	57,4	0,83	83,8	1,47	141,3	2,79	49,2	0,41	63,5	1,09	112,8	1,18	
6	L.T (K-N-W)	46,1	1,17	81,2	0,48	129,7	0,35	56,8	1,56	81,3	0,77	139,3	1,92	48,5	2,40	62,0	2,57	110,5	4,82	
7	KT hohe Li.-Int.	46,2	0,41	97,4	0,70	143,6	1,04	52,5	2,32	100,6	0,82	153,2	3,03	55,4	0,33	78,6	2,11	134,0	1,85	
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	51,1	1,26	81,1	0,92	132,3	2,02	57,5	2,52	94,0	0,47	141,5	2,88	49,2	1,21	66,7	1,17	115,9	2,06	
M								41,8	89,7		130,5		50,4							
Range											89,6		50,4							
L.T red. Li.-Int.											89,6		50,4							
L.T (K-N-W)											89,6		50,4							
KT hohe Li.-Int.											89,6		50,4							
MT-niedr. H ₂ O-Vers.											89,6		50,4							
Vers.											89,6		50,4							
13-Süd.-Tag (konstante Photoperiode)											89,6		50,4							
KT											89,6		50,4							
MT											89,6		50,4							
L.T											89,6		50,4							

x) 13-Süd.-Tag (konstante Photoperiode)
KT = Kurztag
MT = Mitteltag
L.T = Langtag

im Kurztag die Photoperiode auf eine Differenz von einer und dann drei Stunden gegenüber der 13-Stunden-Variante 1. Wenn bei den Kornerträgen im 13-Stunden-Tag bei den Sorten "KOLIBRI", "RANG" und "FLORENCE-AURORE" bessere Werte gefunden werden als im Kurztag der Variante 2, so kann dies im Sinne der bisher festgestellten positiven Wirkung längerer Tage in den früheren Entwicklungsstadien begründet sein. Bei diesen Sorten hat die später längere Photoperiode des kurzen Tages (Variante 2) offenbar nicht den früheren Nachteil kompensieren können. Bei "ORCA" und "SUPER X", bei denen die Differenz der Erträge zwischen 13-Stunden-Tag und kurzem Tag (Variante 2) nicht gesichert ist, vor allem bei "OPAL" mit höherem Ertrag in Variante 2, hat - gleichen Einfluß in den früheren Entwicklungsstadien vorausgesetzt - aber der in der Blüten- und der Kornbildungsphase verlängerte Kurztag (Variante 2) zu gleich hohen Erträgen oder eben zu einem höheren Ertrag geführt. Die noch zu besprechende Ertragsanalyse sowie die Ergebnisse der Entwicklungsuntersuchung dürften zur Klärung dieser Tageslängenwirkung und des unterschiedlichen Sortenverhaltens beitragen.

Der lange Tag ist in diesem Versuch dreimal vorhanden. Mit der Variante 5 (volle Lichtintensität wie Variante 2, Verlängerung des Tages mit Schwachlicht) war die Fragestellung verbunden, ob die zwischen Lang- und Kurztag vorhandenen Ertragsdifferenzen mehr auf eine quantitative Lichtwirkung oder mehr auf einen qualitativen Effekt der Photoperiode zurückzuführen sind. Es kann festgestellt werden, daß die Kornerträge der Variante 5 mehr mit denen des lichtintensitätsmäßig vollversorgten Langtages der Variante 4 vergleichbar sind, obwohl die Lichtmenge näher bei der des Kurztages der Variante 2 liegt. Die Sorten "SUPER X" und "RANG" bringen bei geringer Lichtintensität im langen Tag sogar Erträge, die über dem des langen Tages der Variante 4 liegen, bei "RANG" ist diese Ertragsdifferenz gesichert. Bei den anderen Sorten wirkt sich die insgesamt verminderte Lichtmenge der Variante 5 nur wenig, bei "OPAL" auch etwas stärker, aber in keinem Falle gesichert negativ aus. Hieraus kann geschlossen werden, daß im langen Tag die qualitative Wirkung von entscheidender Bedeutung für die Kornerträge gewesen ist.

Die "steile Temperaturkurve" (Variante 6 LT, K-N-W) hat sich - wie im kurzen Tag des vorangegangenen Versuchs - meist negativ ausgewirkt, besonders bei "OPAL" und "KOLIBRI". Bei den anderen Sorten sind die Ertragsdifferenzen zwischen den Varianten 4 und 6 nicht gesichert, auch nicht der höhere Ertrag der Variante 6 von "RANG".

Die hohe Lichtintensität im Kurztag hat sich bei allen Sorten positiv für die Kornerträge gezeigt (vergl. Variante 2 und 7). Sie hat in Bezug auf den Ertrag etwa die Tageslängendifferenz zwischen Kurztag und mittlerer Tageslänge kompensiert. Nur bei "OPAL" wird in dieser Variante der höchste Ertrag im Versuch erreicht, wobei allerdings zu bemerken ist, daß bei dieser Sorte der kurze Tag ebenfalls relativ hohe Erträge gebracht hatte.

Interessant ist, daß eine geringere Wasserversorgung der Gefäße zu teilweise besseren Erträgen als die der in Tageslänge und Temperatur vergleichbaren Variante 3 geführt hat (vergl. Variante 3 und 8). Die Ursache hierfür kann sowohl in einem für Weizen günstigeren Verhältnis zwischen Luft- und Wasservolumen liegen als auch in der festgestellten höheren Lichtintensität dieser Klimakammervariante (s. Methodisches S. 28). Es muß der folgenden Ertragsanalyse überlassen bleiben, die tatsächliche Ursache dieser Ertragsreaktion zu klären.

Von den hier untersuchten 6 Sorten haben "OPAL" und "KOLIBRI" wieder das allgemein höchste Niveau in den Kornerträgen, "SUPER X", "ORCA" und "FLORENCE-AUORE" nehmen mit je rund 50 g mittlerem Kornertrag eine Mittelstellung ein, während "RANG" im Mittel mit 41,8 g je Gefäß deutlich hinter den anderen Sorten zurückbleibt.

Stroherträge:

Wenn bei den Kornerträgen festgestellt werden konnte, daß sie mit der zunehmenden Tageslänge (Variante 2, 3 und 4, Tab. 12) ansteigen, so ist dies bei den Stroherträgen der Sorten "RANG", "ORCA" und

"FLORENCE-AUORE" ebenfalls zutreffend. Bei den anderen Sorten ist kein deutlicher Einfluß festzustellen, teilweise liegt - wie bei der Sorte "KOLIBRI" - sogar ein höherer Ertrag im Kurztag vor (vergl. Variante 2, 3, 4 in der Tab. 12). Verglichen zu diesen Tageslängenvarianten finden sich im 13-Stunden-Tag bei den Sorten "OPAL", "KOLIBRI", "RANG" und "ORCA" die eindeutig höchsten Werte. Es sind dies, abgesehen von "ORCA", die Sorten, die bei der Betrachtung der zunehmenden Tageslängen ohne deutlichen Einfluß gewesen sind, bzw. die dort ihren höchsten Ertrag im Kurztag hatten. Ihrer Herkunft nach dürften sie mehr zu den "Langtagtypen" gehören. Die Sorte "SUPER X" zeigt nur wenig Differenzen in den Stroherträgen zwischen den Klimavarianten. Bei ihr wird, ebenso wie bei "FLORENCE-AUORE", der höchste Strohertrag bei hoher Lichtintensität im Kurztag festgestellt. Die höhere Lichtintensität hat sich auch bei "ORCA", "RANG" und "KOLIBRI" positiv ausgewirkt, jedoch ist hier der 13-Stunden-Tag überlegen. K-N-W-Temperaturen im langen Tag (Variante 6) haben sich im Vergleich zur normalen Temperatur regelmäßig negativ ausgewirkt, ebenso, wenn auch mit geringeren absoluten Differenzen, die geringere Wasserversorgung der Variante 8 im Vergleich zu Variante 3. Die früher gestellte Frage, ob auf die Ertragsbildung dieser Variante 8 auch eine etwas höhere Lichtintensität einen Einfluß gehabt hat (s. S. 68), läßt sich aufgrund der Stroherträge negativ beantworten: Wäre anstelle der niedrigeren Wasserversorgung die höhere Lichtintensität von Wirkung gewesen, so müßten die Stroherträge sich im Vergleich zu Variante 3 ebenfalls erhöht haben, wie dies beim Vergleich der Varianten 2 und 7 der Fall gewesen ist.

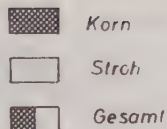
Die Gesamterträge aus Korn und Stroh erreichen aufgrund der gleichsinnig positiven Wirkung höherer Lichtintensität auf Korn und Stroh in der Variante 7 (Tab. 12) bei allen Sorten, außer bei "KOLIBRI" die höchsten Werte.

Der außerordentlich hohe Strohertrag von "KOLIBRI" im 13-Stunden-Tag führt bei dieser Sorte zum höchsten Gesamtertrag. Bei "RANG" führte der hohe Strohertrag zu einem Ertrag, der mit dem der Variante 7

gleich ist. Nur der geringe Kornertrag im 13-Stunden-Tag verhinderte eine Überlegenheit dieser Variante in der Gesamttrockenmassenproduktion. Unter den Bedingungen des kurzen Tages (Variante 2) finden sich regelmäßig auch die niedrigsten Gesamterträge. Eine Ausnahme ist hier bei der Sorte "OPAL" festzustellen.

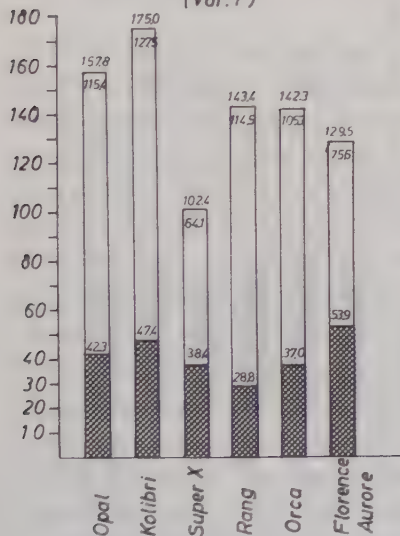
Im Durchschnitt aller Klimavarianten hat die Sorte "OPAL", dicht gefolgt von "KOLIBRI", die höchste Gesamtproduktivität gezeigt. "ORCA" und "RANG" nehmen eine Mittelstellung ein, während "FLORENCE-AURORE" und "SUPER X" bedingt durch ihre Kurzstrohigkeit die geringste Trockenmassenproduktion aufweisen.

Einen zusammenfassenden Überblick über die Höhe der Ertragsanteile Korn und Stroh und damit die Höhe der Gesamterträge erlauben die Abbildungen 10 und 11. Aus ihnen wird noch einmal deutlich, daß sich die in der Gesamtleistung geringeren Sorten "SUPER X" und "FLORENCE-AURORE" hauptsächlich durch allgemein niedrigere Stroherträge auszeichnen, was schließlich zu günstigen Korn-Stroh-Verhältnissen führen muß, die im einzelnen aus der folgenden Tabelle der Analyse der morphologischen Ertragskomponenten ersichtlich sind (s. Tab. 13 - 15). Aus den Abbildungen 10 und 11, in denen die Sorten in ihren Korn-, Stroh- und Gesamterträgen bei gleichem Klima zusammengestellt sind, läßt sich feiner am Bild der Säulenhöhe ablesen, wie sich die Ertragsrelation der Sorten zueinander von einem Klima zum anderen verschiebt. Dies ist vor allem in den Tageslängen-Varianten 1 bis 4 der Fall. Die Klimavariante 5 läßt beim Vergleich zum Sortenbild der Varianten 2 und 4 gut erkennen, daß der Langtageinfluß, auch wenn er mit Schwachlicht gegeben wird, vorherrscht: Die Ertragshöhen und die Relation der Sorten zueinander entsprechen vielmehr dem Bild, was sich im Langtag der Variante 4 ergibt als der Kurztagsvariante 2. Auch die Variation der Temperatur, die Lichtintensität sowie die niedrigere Wasserversorgung (Varianten 6, 7 und 8) verändern die Relation der Sorten zueinander gegenüber den entsprechenden "normalen" Tageslängen nicht. Es wird nur das Ertragsniveau beeinflusst. Die Leistungsunterschiede zwischen den

Erträge in g Tr.M./Gefäß

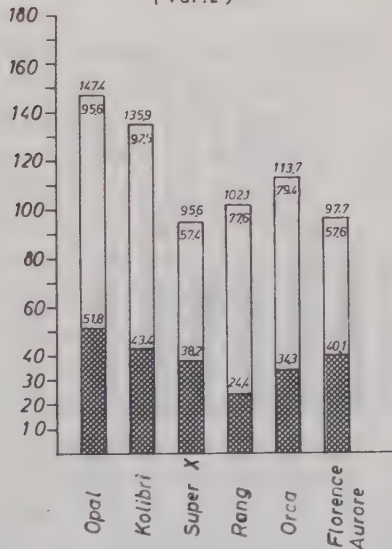
Ertrag

13 Std.-Tag
(Var. 1)



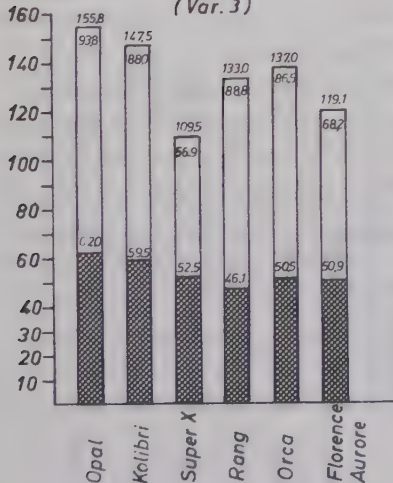
Ertrag

KI
(Var. 2)



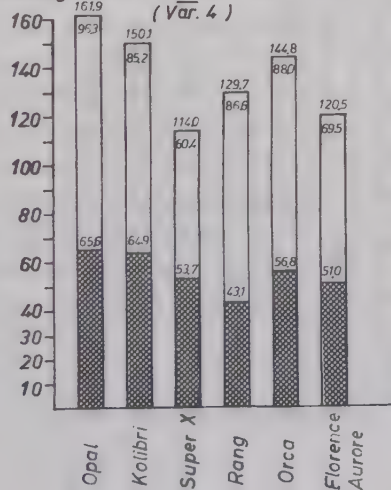
Ertrag

MI
(Var. 3)



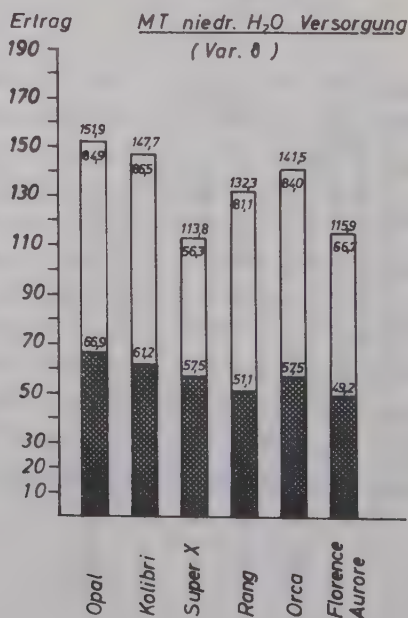
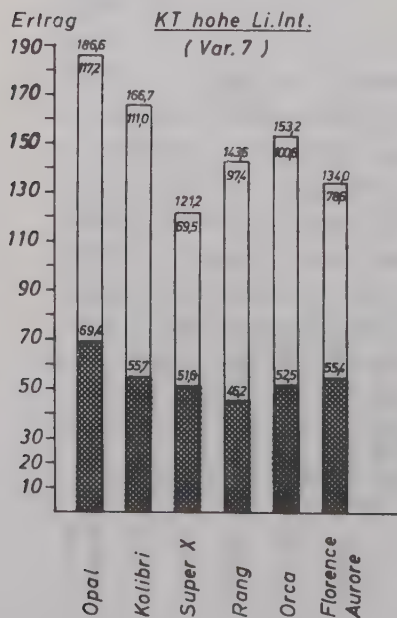
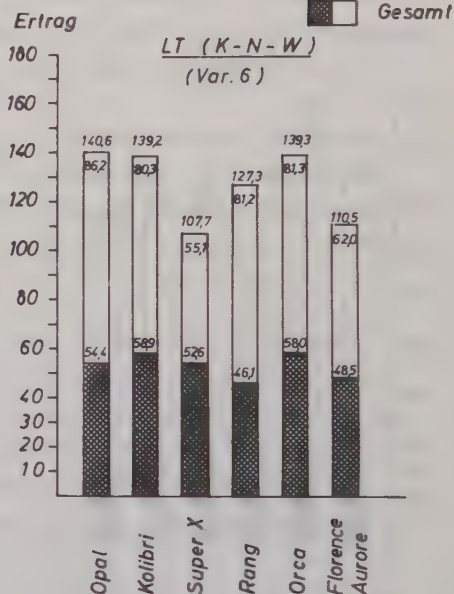
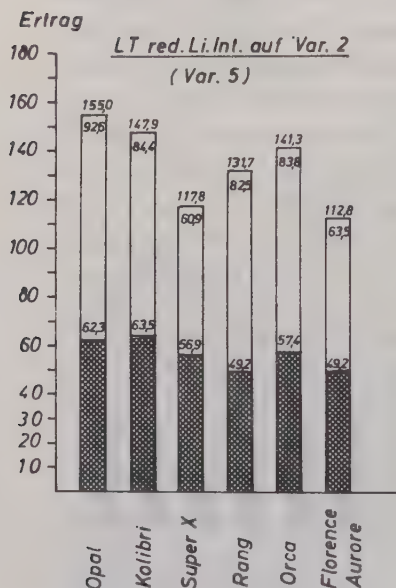
Ertrag

LT
(Var. 4)



Erträge in g Tr.M/Gefäß

■ Korn
□ Stroh
■ Gesamt



Sorten werden offenbar durch photoperiodische Reaktionen bestimmt.

b) Ertragsanalyse

In der Aufeinanderfolge der einzelnen Entwicklungsphasen wird in Bezug auf die in den Tabellen 13 - 15 angeführten ertragsanalytischen Daten und im Hinblick auf die Höhe der Kornerträge zunächst die Zahl der ährentragenden Halme (produktive Bestockung, Spalte 3) festgelegt. Diese ist im kurzen Tag (Variante 2) mit 43 Ähren je Gefäß bei "SUPER X" am höchsten und nicht gesichert verschieden von den 42 Ähren der "FLORENCE-AUORE". Mit zunehmender Tageslänge werden über den 13-Stunden-Tag - mittlere Tageslänge - langen Tag zunehmend mehr produktive Bestockungstriebe gebildet. Besonders "FLORENCE-AUORE" kommt im langen Tag auf recht hohe Werte (58 ährentragende Halme in der Klimavariante 4 in Tab. 15). Sie ist auch in den beiden anderen Langtagsvarianten sowie bei hoher Lichtintensität die Sorte mit den meisten Ähren je Gefäß. "SUPER X" ist dagegen in diesem Ertragsanteil weniger variabel (50 ährentragende Halme in der Klimavariante 5 und 6).

Auch "OPAL" reagiert auf eine Änderung in der Tageslänge nur wenig, "KOLIBRI" dagegen gleicht mehr der Sorte "SUPER X". Deutlich wird die produktive Bestockung auch bei "RANG" und besonders bei "ORCA" positiv durch den längeren Tag beeinflusst. Die hohe Lichtintensität führt (Variante 7) im Vergleich zum Bezugsclima "Kurztag" (Variante 2) ebenfalls bei allen Sorten zu einer Erhöhung der Ährenzahl. Die niedrige Wasserversorgung (Klimavariante 8) hat im Vergleich zur mittleren Tageslänge (Klimavariante 3) zu einer niedrigeren Ährenzahl geführt. Diese Tatsache demonstriert wiederum, daß ein Einfluß der Lichtintensität in dieser Variante nicht in Betracht gezogen werden kann. Diese Frage war bei der Betrachtung der Kornerträge aufgeworfen worden (s. S. 68) und war schon anhand der Strohertragsbildung in diesem Sinne (s. S. 69) beantwortet worden.

Tabelle 13:

Phytotron-Gefäßversuch 2 1971/72
Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung von
Sommerweizensorten
Ertragsanalytische Daten

Nr.	Klimavariante x)	Kornertrag je Gefäß in g	Wuchshöhe cm	Zahl ähren- tr. Halme Gefäß	Ährenlän- ge cm	Gesamt- stufenzahl	Zahl tauber Ährchen		Kornzahl je Ähre	T. K. G.	Korn-Stroh Verhält- nis
							Ges.	Spitze Basis			
<u>Opal</u>											
1	13-Std. - Tag	42,3	131	32	11,4	27	9	1,8	7,2	31	0,36
2	KT-12-13-14-16-Std. - Tag	51,8	135	39	11,2	28	7	2,3	4,7	37	0,54
3	MT-14-15-17-19-Std. - Tag	62,1	131	38	10,3	26	5	0,9	4,1	38	0,66
4	LT-16-17-19-22-Std. - Tag	65,6	126	41	9,4	23	4	0,9	3,1	35	0,68
5	LT red. Li. - Int. auf Var. 2	61,0	125	41	9,3	24	5	1,2	3,8	33	0,67
6	LT(K-N-W)	54,4	126	46	8,9	22	4	0,8	3,2	30	0,63
7	KT hohe Li. - Int.	69,4	136	50	10,8	29	7	1,7	5,3	40	0,59
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	66,9	131	34	10,4	26	5	1,1	3,9	46	0,78
<u>Mittel</u>											
		59,1	130	40	10,2	25,6	5,8	1,4	4,4	36	0,61
<u>Kolibri</u>											
1	13-Std. - Tag	47,4	120	35	11,3	24	8	2,7	5,3	32	0,37
2	KT-12-13-14-16-Std. - Tag	43,4	127	38	9,4	25	7	1,7	5,3	28	0,47
3	MT-14-15-17-19-Std. - Tag	59,5	131	44	8,9	23	5	0,8	4,2	31	0,68
4	LT-16-17-19-22-Std. - Tag	64,9	126	47	8,2	20	4	0,3	3,7	30	0,76
5	LT red. Li. - Ing. auf Var. 2	63,6	125	49	8,1	20	4	1,0	3,0	29	0,75
6	LT(K-N-W)	58,9	123	53	7,9	18	2	0,0	2,0	27	0,73
7	KT hohe Li. - Int.	55,7	128	49	9,5	25	7	1,6	5,4	29	0,50
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	61,2	128	44	8,7	23	5	1,0	4,0	31	0,70
<u>Mittel</u>											
		56,8	126	44,7	9,0	22,2	5,2	1,1	4,1	29,6	0,62

x) Klimavarianten-Erklärung siehe Tabelle 12

Tabelle 14:

Phytotron-Gefäßversuch 2 1971/72
 Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
 von Sommerweizensorten
 Ertragsanalytische Daten

Nr.	Klimavariante x)	Kornertr. je Gefäß in g	Wuchshöhe cm	Zahl ähren- tr. Halme/ Gefäß	Ährenlän- ge cm	Gesamt- stufenzahl	Zahl tauber Ährchen		Kornzahl je Ähre	T. K. G.	Korn-Stroh Verhält- nis	
							Ges.	Spitze Basis				
		Super X										
1	13-Std.-Tag	38,4	93	41	9,6	21	4	0,7	3,3	27	34,2	0,59
2	KT-12-13-14-16-Std.-Tag	38,2	90	43	8,8	21	7	3,0	4,0	28	35	0,67
3	MT-14-15-17-19-Std.-Tag	52,5	91	46	8,2	20	5	0,7	4,3	28	41,3	0,92
4	LT-16-17-19-22-Std.-Tag	53,7	93	46	7,8	18	5	1,5	3,5	28	42	0,89
5	LT red. Li.-Int. auf Var. 2	56,9	91	50	7,8	18	4	1,4	2,6	27	42,8	0,93
6	LT(K-N-W)	52,6	91	50	7,5	18	4	0,8	3,2	26	41	0,95
7	KT hohe Li.-Int.	51,6	90	47	8,8	21	6	1,7	4,3	34	32,3	0,74
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	57,5	88	40	8,4	20	4	0,8	3,2	36	41	1,02
	Mittel	50,1	91	45,3	8,4	19,6	5	1,3	3,6	29,2	38,7	0,83
		Rang										
1	13-Std.-Tag	28,8	130	38	11,0	25	6	1,6	4,4	21	38,8	0,25
2	KT-12-13-14-16-Std.-Tag	24,4	128	23	10,5	27	7	2,6	4,4	29	37,3	0,31
3	MT-14-15-17-19-Std.-Tag	46,1	132	43	8,9	25	6	1,2	4,8	27	39,8	0,53
4	LT-16-17-19-22-Std.-Tag	43,1	127	41	8,9	23	5	1,2	3,8	26	42,0	0,50
5	LT red. Li.-Int. auf Var. 2	49,2	130	46	8,6	23	6	1,7	4,3	26	41,3	0,59
6	LT(K-N-W)	46,1	129	49	8,1	21	3	0,9	2,1	25	38,0	0,57
7	KT hohe Li.-Int.	46,2	132	48	9,2	26	6	1,8	4,2	28	34,8	0,47
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	51,2	135	40	9,1	24	5	1,4	3,6	32	40,0	0,63
	Mittel	41,8	130,3	41	9,3	24,2	5,5	1,5	3,9	26,7	39,0	0,48

x) Klimavarianten-Erklärung siehe Tabelle 12

Tabelle 15:

Phytotron-Gefäßversuch 2 1971/72
 Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
 von Sommerweizensorten
 Ertragsanalytische Daten

Nr.	Klimavariante x)	Kornert. je Gefäß in g	Wuchshöhe cm	Zahl ähren- tr. Halme/ Gefäß	Ährenlän- ge cm	Gesamt- stufenzahl	Zahl tauber Ährchen		Kornzahl je Ähre	T. K. G.	Korn-Stroh Verhält- nis	
							Ges.	Spitze Basis				
Orca												
1	13-Std. -Tag	37,0	118	36	11,3	26	8	2,0	6,0	25	39,3	0,35
2	KT-12-13-14-16-Std. -Tag	34,3	117	31	9,7	26	8	2,9	5,1	28	39,8	0,43
3	MT-14-15-17-19-Std. -Tag	50,5	120	45	9,3	26	8	1,7	6,3	26	43,8	0,58
4	LT-16-17-19-22-Std. -Tag	56,8	119	52	8,8	24	7	1,7	5,3	25	43,0	0,65
5	LT red. Li. -Int. auf Var. 2	57,4	122	46	9,2	25	6	2,0	4,0	29	42,8	0,68
6	LT(K-N-W)	58,0	118	55	8,6	23	6	1,5	4,5	28	39,0	0,71
7	KT hohe Li. -Int.	52,5	119	49	10,1	26	8	2,0	6,0	28	38,5	0,52
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	57,4	119	44	9,8	25	6	1,8	4,2	31	42,0	0,68
Mittel												
		50,4	119	44,7	9,6	25	7	1,9	5,2	27,5	41,0	0,57
Florence-Aurore												
1	13-Std. -Tag	53,8	123	49	9,6	19	3	0,7	2,3	24	46,1	0,71
2	KT-12-13-14-16-Std. -Tag	40,1	115	42	9,7	19	5	1,9	3,1	23	42,5	0,70
3	MT-14-15-17-19-Std. -Tag	50,9	129	48	9,3	17	3	0,6	2,4	23	46,8	0,75
4	LT-16-17-19-22-Std. -Tag	51,0	113	58	8,3	16	3	1,0	2,0	18,0	48,0	0,73
5	LT red. Li. -Int. auf Var. 2	49,3	115	53	8,7	16	3	0,7	2,3	19	48,3	0,77
6	LT(K-N-W)	48,5	115	58	8,4	15	2	0,7	1,3	19	44,0	0,78
7	KT hohe Li. -Int.	55,4	120	54	9,5	19	4	0,7	3,3	24	42,8	0,70
8	MT niedr. H ₂ O-Vers.	49,2	120	42	9,2	17	2	0,4	1,6	25	47,0	0,74
Mittel												
		49,7	118	50,5	9,1	17,2	3,1	0,83	2,2	21,9	45,6	0,73

x) Klimavarianten-Erklärung siehe Tabelle 12

Etwa während der Klimaphasen 2 und 3, die annähernd mit den Entwicklungsstadien von Determination bis Blütenbildung übereinstimmen wird, hat sich die Ausdifferenzierung der Stufenzahl (Ährchenzahl) pro Ähre vollzogen.

Diese Zahl ist in der Klimavariante 2 (Kurztag) bei "OPAL" mit 28 am höchsten und bei "SUPER X" und "FLORENCE-AUORE" mit 21 bzw. 19 am niedrigsten (vergl. Tab. 13 - 15, Spalte 5). Gegenüber dem 13-Stunden-Tag sind kaum Unterschiede in diesem Faktor für alle Sorten festzustellen. Die in der 3. Klimaphase in beiden Klimavarianten identische Tageslänge von 13 Stunden läßt auch keine Unterschiede erwarten. Mit zunehmender Tageslänge (Variante 3 und 4) erfährt diese Stufenzahl eine negative Beeinflussung. Dabei bleibt die im Kurztag festgestellte Abstufung zwischen den Sorten dahingehend bestehen, daß "OPAL", "RANG", "ORCA" und "KOLIBRI" die höhere Stufenzahl, "SUPER X" und "FLORENCE-AUORE" die geringere Ährchenzahl/Ähre aufweisen. Die auf Kurztag reduzierte volle Lichtintensität des langen Tages (Variante 5) hat gegenüber der Variante 4 praktisch keine Unterschiede gezeigt, worin sich wiederum bestätigt, daß sich die qualitative Langtagwirkung bei diesen Entwicklungsvorgängen durchsetzt. Der K-N-W-Temperaturgang des langen Tages dagegen hat sich negativ ausgewirkt. Höhere Lichtintensität (Variante 7) war auf die Gesamtstufenzahl/Ähre wieder ohne Einfluß. Dies bestätigt nochmals die oben bereits getroffene Feststellung, daß in der Variante 5 mehr die Tageslänge und weniger die Lichtmenge auf die Ertragsbildung Einfluß nimmt. - Die Stufenzahlen der Wasserversorgungsvariante 8 sind mit denen der mittleren Tageslänge fast identisch. Somit kann festgestellt werden, daß die Zahl der angelegten Ährchen in erster Linie von der Tageslänge beeinflußt wird und mit dieser negativ korreliert. Ferner ist auch die Temperatur von Einfluß, jedoch in wesentlich geringerem Umfang.

Die Blütenbildungsphase dürfte etwa in die 4. Klimaphase fallen, in welcher die Tageslänge zwischen 13-Stunden-Tag (Variante 1), 14-Stunden-Tag (Variante 2), 17-Stunden-Tag (Variante 3) und 19-Stunden-Tag (Variante 4) variierte. Gleichzeitig werden in dieser Phase auch

Reduktionen angelegter Ährchen stattfinden (s. auch HAENSEL 1956), so daß jetzt schließlich in Abhängigkeit von Stufenzahl und unfruchtbaren Ährchen die Kornzahl je Ähre in dieser Phase festgelegt wird.

Im 13-Stunden-Tag, der jetzt kürzesten Photoperiode, finden sich meist die höchsten Kornzahlen/Ähre. "OPAL" und "KOLIBRI" weisen hier die höchsten Werte auf, gefolgt von "SUPER X", "ORCA", "FLORENCE-AUORE" und "RANG". Mit zunehmender Tageslänge fällt "KOLIBRI" stärker ab und "OPAL" zeichnet sich durch hohe Kornzahlen aus. Die Unterschiede zwischen "KOLIBRI", "SUPER X", "ORCA" und "RANG" sind gering.

Unter dem Einfluß reduzierter Lichtintensität wird die Kornzahl je Ähre bei "OPAL", "KOLIBRI", "SUPER X" nur unbedeutend geringer, bei "ORCA" nimmt sie etwas zu (4 Körner/Ähre) und "FLORENCE-AUORE" und "RANG" werden nicht beeinflusst (vergl. Var. 5 und 4).

K-N-W-Temperaturbedingungen (Variante 6) sind ungünstig für die Kornzahl je Ähre, nur "ORCA" schneidet etwas besser ab als unter normalen Temperaturbedingungen (vergl. Variante 4).

Die hohe Lichtintensität (Klimavariante 7 im Vergleich zu 2) wirkt sich nur bei "OPAL" und "SUPER X" etwas positiv aus. Die geringere Wasserversorgung hat außer bei "KOLIBRI" durchweg einen günstigen Einfluß auf den Kornbesatz der Ähren.

Die Zahl der rückgebildeten Ährchen bzw. tauber Ährchen an der Ährenbasis ist im Mittel der Sorten insgesamt am größten (s. Spalte 6, 7, 8 in Tab. 13 - 15) im 13-Stunden-Tag. Sie nimmt dann mit zunehmender Tageslänge ab und ist am geringsten im langen Tag. Die hohe Lichtintensität im kurzen Tag (Variante 7) ist nur von geringem Einfluß auf die Zahl tauber Ährchen. Abgesehen von den Mittelwerten über die Sorten ist festzustellen, daß bei "ORCA" vielfach die höchste Zahl rückgebildeter Ährchen an der Ährenbasis gefunden wird, was bei dieser Sorte schließlich trotz hoher Gesamtstufenzahl zu einem schlechten Kornbesatz der Ähren führt. Umgekehrt zeigt "FLORENCE-AUORE" stets die niedrigste Gesamtzahl tauber Ährchen, jedoch lag diese Sorte in Bezug auf die Gesamtstufenzahl

auch recht niedrig. Letztere gibt den Ausschlag, so daß diese Sorte in der Kornzahl je Ähre häufig an letzter Stelle liegt. "OPAL", der stets eine relativ hohe Ährchenzahl angelegt hat, zeigt im Hinblick auf die Taubheit an Ährenspitzen und -basis die größten Unterschiede und somit auch die stärkste Variation in der Kornzahl je Ähre. Demgegenüber kann "SUPER X" am ausgeglichensten bezeichnet werden.

Wenn festgestellt werden konnte, daß die Kornzahl pro Ähre im 13-Stunden-Tag allgemein geringer ist als in der Variante mit dem kurzen Tag (Variante 2), so liegt dafür das Tausend-Korn-Gewicht im 13-Stunden-Tag höher. Dies trifft besonders für die Sorte "OPAL" zu und ist auch bei "FLORENCE-AUORE" deutlich. Allgemein haben unter allen Klimabedingungen die Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "FLORENCE-AUORE" ein höheres Tausend-Korn-Gewicht als die Sorten "SUPER X", "RANG" und "ORCA". Bei "FLORENCE-AUORE" ist dieses hohe Tausend-Korn-Gewicht verbunden mit der niedrigsten Kornzahl pro Ähre, woraus deutlich wird, daß zwischen diesen beiden Ertragskomponenten eine weitgehende Abhängigkeit besteht. Wenn die Kornzahl pro Ähre in früheren Entwicklungsabschnitten festgelegt wird als das Tausend-Korn-Gewicht, so wird aus dieser Wechselbeziehung deutlich, wie sich frühe Entwicklungsvorgänge auf die später erfolgenden auswirken können. Darüber hinaus kann aber bei einem Vergleich der Tageslängenvarianten 2, 3 und 4 festgestellt werden, daß die längeren Tage wieder zu höheren Tausend-Korn-Gewichten führen. Die oben schon vermerkten höheren Tausend-Korn-Gewichte im 13-Stunden-Tag widersprechen dieser Feststellung nur scheinbar, da hier unvergleichlich längere Kornbildungsphasen (s. Tab. 17) vorliegen. Innerhalb des kurzen Tages (Variante 2) hat die hohe Lichtintensität bei "OPAL", "KOLIBRI", "SUPER X" und "RANG" zu leicht niedrigeren Tausend-Korn-Gewichten geführt. "ORCA" und "FLORENCE-AUORE" werden bemerkenswerterweise nicht ungünstig beeinflusst (vergl. Klimavariante 2 und 7, Spalte 10 in Tab. 13 - 15).

Der durch Schwachlicht erzeugte lange Tag wirkte sich im Vergleich zum Langtag mit voller Lichtintensität nicht auf diese Ertragskomponente aus

(vgl. Var. 4 und 5), womit sich die im Kurztag festgestellte Wirkung der höheren Lichtintensität in umgekehrter Weise bestätigt. Durch die warmen Temperaturbedingungen in der Kornbildungsphase der Variante 6 ist jedoch das Tausend-Korn-Gewicht deutlich - bei "SUPER X" weniger deutlich - nachteilig beeinflusst worden (vgl. Var. 4 und 6). Somit werden die für Tageslänge und Temperaturwirkung im Gefäßversuch 1 (1971) gefundenen Verhältnisse hier bestätigt. Hinsichtlich der Variante mit reduzierter Wasserversorgung im mittellangen Tag (vgl. Var. 3 und 8) ist kein Einfluß auf das T.K.G. zu beobachten, obwohl in der Variante 8 höhere Kornzahlen pro Ähre festgestellt wurden als in der Variante 3.

In der Ährenlänge kommt ein Einfluß der Umweltbedingungen in morphologischer Hinsicht zum Ausdruck. Durch sie wird bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Gesamtstufenzahl der Abstand zwischen den einzelnen Ährchen bzw. die Länge der Spindelglieder der Ähren gekennzeichnet. Hier in diesem Versuch kann jedoch keine Beziehung zwischen der Länge der Spindelglieder und der Gesamtwuchshöhe gefunden werden. Allerdings korreliert die Ährenlänge deutlich mit der Zahl der Gesamtstufen je Ähre (vgl. Spalte 4 und 5 in Tab. 13 - 15).

c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen

In der Tabelle 16 sind die Entwicklungszeiten in Tagen, gerechnet jeweils ab Aufgang der Pflanzen, angegeben. Die Tabelle 17 gibt ferner die Dauer jeder einzelnen Entwicklungsphase, ebenfalls in Tagen, an.

Wie aus beiden Tabellen abgelesen werden kann, wird das Stadium "D" in den Tageslängenvarianten 1 bis 4 von allen Sorten 13 bis 16 Tage nach Aufgang erreicht, also nur mit maximal 3 Tagen sorten- bzw. tageslängenbedingten Unterschieden. Ähnlich geringe absolute Differenzen waren auch schon im Versuch 1/1971 festgestellt worden. Auch der mit Schwachlicht erzeugte Langtag (Variante 5) sowie der Temperaturgang "kühl-normal-warm" liegen in diesem Bereich der Dauer der ersten

Tabelle 16:

Phytotron-Gefäßversuch 2 1971/72
Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
von Sommerweizensorten
Entwicklungsdaten in Tagen ab Aufgang der Pflanzen

Sorten	Entwicklungsstadien	Klimavarianten 4)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Opal	Aufgang bis "D"	14	14	13	13	13	14	10	12
	Aufgang bis "A"	27	29	23	21	23	25	29	25
	Aufgang bis "B"	52	53	41	34	35	39	49	40
	Aufgang bis Ährsch.	109	91	76	69	71	74	85	72
	Aufgang bis GR	183	146	130	128	128	119	136	126
Kolibri	Aufgang bis "D"	14	14	14	14	14	14	11	14
	Aufgang bis "A"	31	32	26	22	24	26	30	27
	Aufgang bis "B"	63	61	44	37	41	40	56	45
	Aufgang bis Ährsch.	123	95	78	68	70	73	90	75
	Aufgang bis GR	192	149	131	126	128	119	141	127
Super X	Aufgang bis "D"	15	13	14	14	15	14	10	14
	Aufgang bis "A"	26	30	22	23	24	27	29	25
	Aufgang bis "B"	44	46	38	34	36	38	43	38
	Aufgang bis Ährsch.	93	82	74	69	70	73	79	70
	Aufgang bis GR	186	151	140	136	135	128	141	131
Rang	Aufgang bis "D"	16	16	15	16	14	14	11	14
	Aufgang bis "A"	33	30	29	28	27	31	31	31
	Aufgang bis "B"	59	58	51	42	43	43	53	46
	Aufgang bis Ährsch.	115	97	82	76	78	77	89	77
	Aufgang bis GR	186	150	130	135	130	123	141	128
Oreca	Aufgang bis "D"	16	15	15	14	16	16	11	14
	Aufgang bis "A"	31	32	31	30	30	31	32	29
	Aufgang bis "B"	70	65	53	46	49	49	60	51
	Aufgang bis Ährsch.	126	103	87	78	79	78	93	82
	Aufgang bis GR	194	154	139	137	136	128	146	136
Florence-Aurore	Aufgang bis "D"	16	16	15	14	16	18	13	18
	Aufgang bis "A"	30	31	30	28	26	29	31	30
	Aufgang bis "B"	46	45	40	36	37	39	44	38
	Aufgang bis Ährsch.	82	77	68	63	64	66	73	65
	Aufgang bis GR	157	136	128	123	123	115	128	118

4) Klimavarianten: Erklärung siehe Tabelle 12

Tabelle 17:

Phytotron-Gefäßversuch 2 1971/72
 Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
 von Sommerweizensorten
 Phasendauer in Tagen

Sorten	Entwicklungsphase	Klimavarianten, $\times$							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		13. Std. Tag	KT-12-13-14-16-Std. T	MT-14-15-17-19-Std. T	LT-16-17-19-22-Std. T	LT red. 1. - Int. a. Var. 2	LT (K-N-W)	KT hohe Ld. Int.	MT niedr. H ₂ O-Vaum
Opal	Aufgang bis "D"	14	14	13	13	13	14	10	12
	"D" bis "A"	13	15	10	8	10	11	19	13
	"A" bis "B"	25	24	18	13	12	14	20	15
	"B" bis Ährsch.	57	38	35	35	36	31	36	32
	Ährsch. bis GR	74	55	54	58	57	45	51	54
Kolibri	Aufgang bis "D"	14	14	14	14	14	14	11	14
	"D" bis "A"	17	18	12	8	10	12	18	13
	"A" bis "B"	32	29	18	15	17	14	26	18
	"B" bis Ährsch.	60	34	24	31	29	33	34	30
	Ährsch. bis GR	69	54	53	58	58	46	51	52
Rang	Aufgang bis "D"	16	16	15	16	14	14	11	14
	"D" bis "A"	17	14	14	10	13	17	20	17
	"A" bis "B"	26	28	22	16	16	12	22	15
	"B" bis Ährsch.	56	39	31	34	33	34	36	31
	Ährsch. bis GR	71	53	48	59	54	46	52	51
Super X	Aufgang bis "D"	15	13	14	14	15	14	10	14
	"D" bis "A"	11	17	8	9	9	13	19	11
	"A" bis "B"	18	16	16	11	12	11	14	13
	"B" bis Ährsch.	49	36	36	35	34	35	36	32
	Ährsch. bis GR	95	69	66	69	65	55	62	61
Orca	Aufgang bis "D"	16	15	15	14	16	16	11	14
	"D" bis "A"	15	17	16	16	14	15	21	15
	"A" bis "B"	39	33	22	16	19	18	28	22
	"B" bis Ährsch.	55	38	34	32	30	29	33	31
	Ährsch. bis GR	69	51	52	59	57	50	53	54
Florence-Aurore	Aufgang bis "D"	16	16	15	14	16	18	13	18
	"D" bis "A"	14	15	15	12	10	11	13	12
	"A" bis "B"	16	14	10	10	11	10	13	8
	"B" bis Ährsch.	36	32	28	27	27	27	29	27
	Ährsch. bis GR	75	59	60	60	59	49	55	53

$\times$) Klimavarianten: Erklärung siehe Tabelle 12

Entwicklungsphase. Auffallend ist dagegen die beschleunigende Wirkung höherer Lichtintensität, bei der nur "FLORENCE-AUORE" sich mit 13 Tagen deutlicher von den anderen Sorten unterscheidet, die bereits nach 10 bis 11 Tagen determinierten. Die trockeneren Bodenverhältnisse (Variante 8 vgl. mit Variante 3) haben sich nicht oder nur 1 Tag beschleunigend auf diese Entwicklung ausgewirkt, abgesehen von "FLORENCE-AUORE", die sogar "D" 3 Tage später erreichte. Diese Sorte war auch durch höhere Lichtintensität nicht so stark beschleunigt worden wie die anderen Sorten.

Auf den Beginn der Ährchenbildung haben die Klimavarianten schon stärker differenzierend gewirkt. "OPAL", "KOLIBRI", "SUPER X" und "RANG" werden mit zunehmender Tageslänge deutlich früher, wobei bemerkt werden muß, daß in dieser Phase der 13-Stunden-Tag noch 1 Stunde länger war als der "Kurztag" (Variante 2). "ORCA" reagiert bemerkenswerterweise nicht und ist bei 16 Stunden Photoperiode (Variante 4) fast genau so spät wie im kurzen Tag. Auf "FLORENCE-AUORE" wirkt erst der längste Tag (Variante 4) etwas beschleunigend. Hervorzuheben ist, daß die höhere Lichtintensität (Variante 7) auf die Länge der Phase "D bis A" verzögernd gewirkt hat (s. auch Tab. 17), so daß der Beginn von "A" höchstens mit 1 Tag Unterschied zur Vergleichsvariante 2 erreicht wird (s. Tab. 16).

Hervorzuheben ist ferner, daß sich die Varianten 4 und 5 in der Entwicklung - auch noch deutlicher in den späteren Phasen - nur wenig unterscheiden, woraus abgelesen werden kann, daß sich auf die Entwicklung die Tageslänge primär ausgewirkt hat, und daß die größere Lichtmenge des mit voller Lichtintensität erzeugten Langtags (Variante 4) auf die Dauer der Entwicklungsphasen von geringerer Bedeutung war. Dies konnte schon anhand der Ertragsbildung gefolgert werden.

Die differenzierende Wirkung der Klimavarianten auf den Gang der Entwicklung wird in den folgenden Phasen (Tab. 17) bzw. für die sich ergebenden Zeiten von Aufgang bis zum Erreichen der Stadien (Tab. 16)

zunehmend deutlicher. Bei den Tageslängenvarianten liegt im kurzen Tag (Variante 2) die Photoperiode jetzt nach Erreichen von "A" 1 Stunde über dem 13-Stunden-Tag und folgerichtig läßt sich nun eine schnellere Entwicklung bei "KT" feststellen. Vergleicht man zum 13-Stunden-Tag, so tritt das Ährenschieben im langen Tag bei "OPAL" 40, bei "KOLIBRI" 55, bei "SUPER X" nur 24, bei "RANG" 39, bei "ORCA" 47 und bei "FLORENCE-AUORE" schließlich nur 19 Tage früher ein (s. Tab. 16). Da sich "SUPER X" durch eine relativ lange Kornbildungsphase "Ährenschieben - Reife" auszeichnet, ist schließlich die Sorte "FLORENCE-AUORE" mit Abstand am frühesten reif, gleichzeitig tritt bei ihr die Reife im langen Tag nur 34 Tage früher als im 13-Stunden-Tag ein, wogegen diese Differenz bei der spätesten Sorte "ORCA" 57 Tage und bei dem im 13-Stunden-Tag nicht viel früheren "KOLIBRI" sogar 66 Tage beträgt.

Der "kühl-normal-warme" Temperaturgang (Variante 6) läßt im Vergleich zu durchweg mittleren bzw. normalen Temperaturen (Variante 4) erkennen, daß sich die in der Kornbildungsphase warmen Bedingungen viel stärker beschleunigend ausgewirkt haben als umgekehrt die kühlen Temperaturen auf die frühen Stadien "D" und "A" verzögernd wirkten.

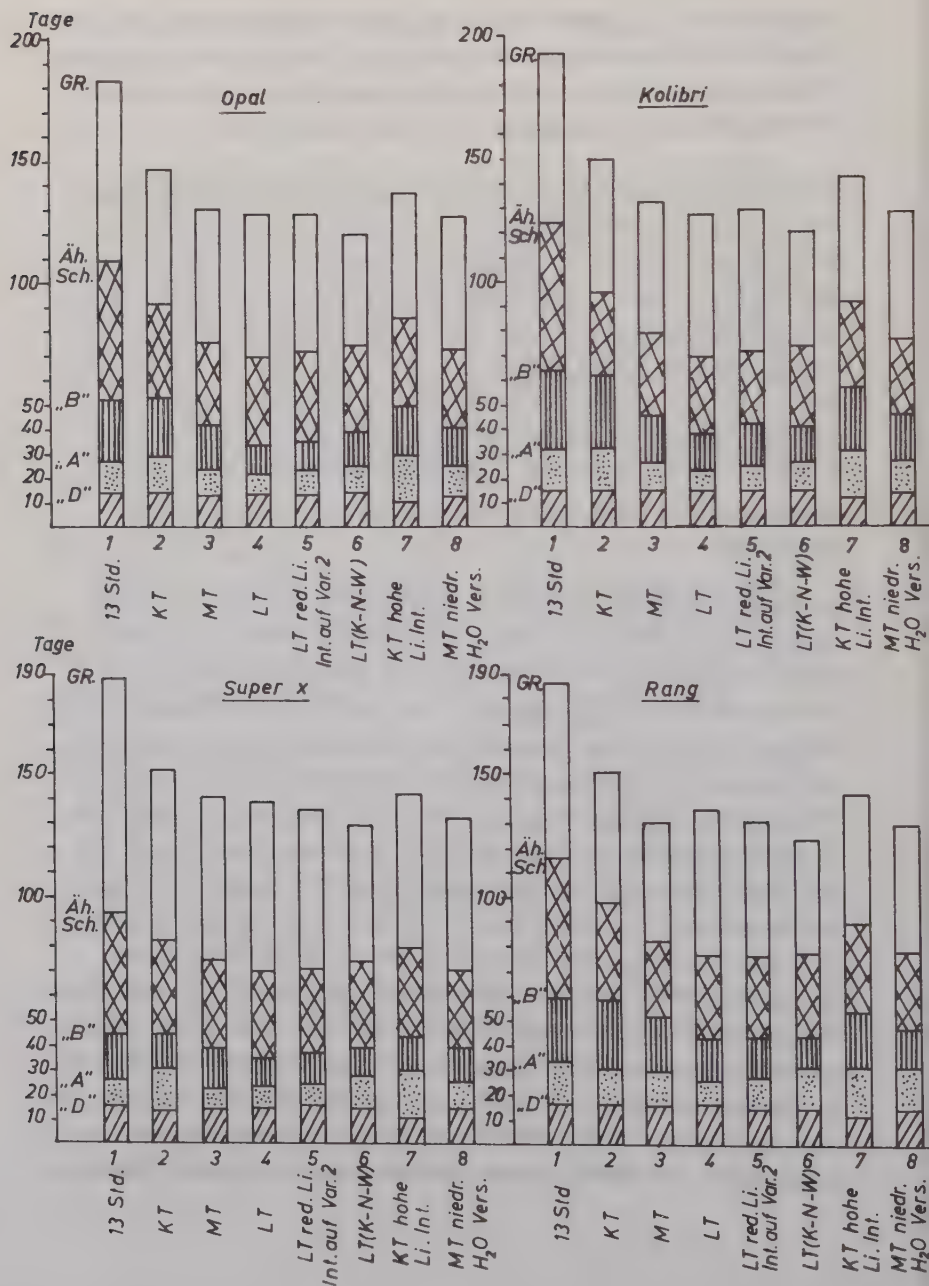
Die hohe Lichtintensität im Kurztag wirkte sich auf die Länge aller Entwicklungsphasen beschleunigend bei allen Sorten aus (vgl. Variante 7 mit 2), so daß schließlich die Reife 8 bis 10 Tage früher als bei "normaler" Lichtintensität erreicht wurde. Wesentliche Unterschiede zwischen früh und später reifenden Sorten sind in dieser Beziehung nicht festzustellen (s. Tab. 16).

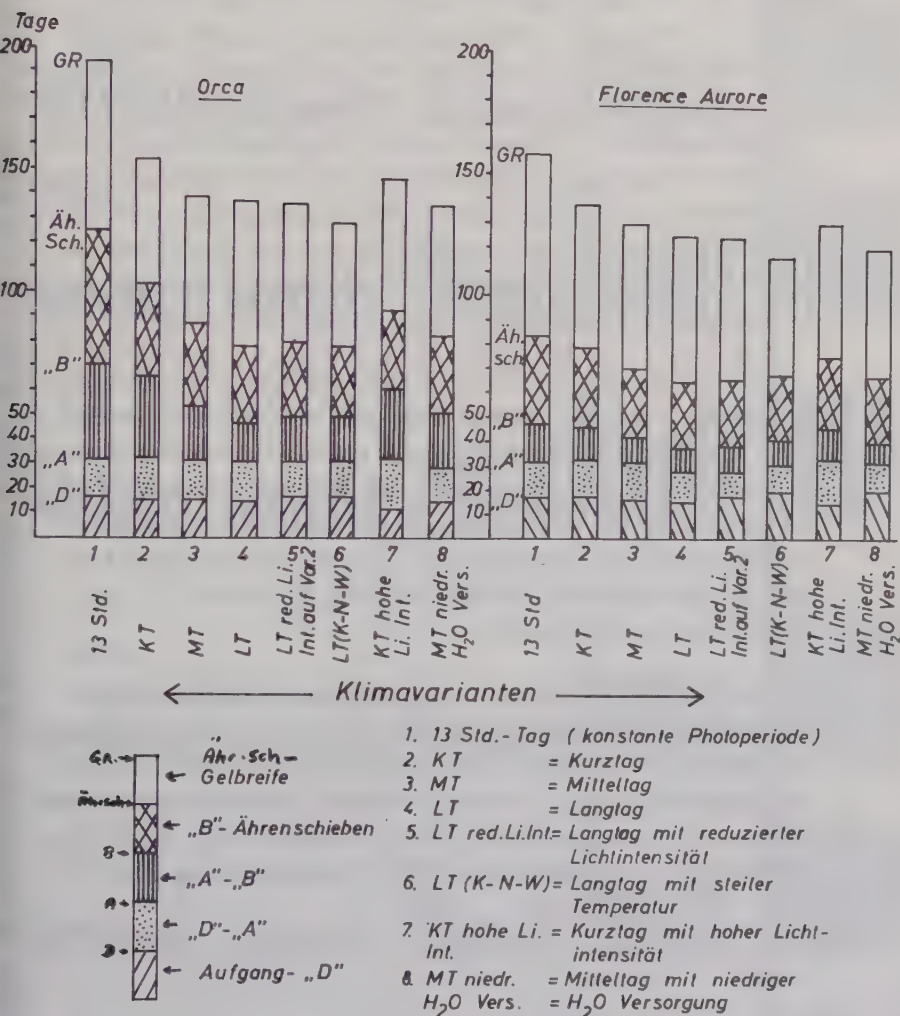
Eine geringere Wasserversorgung (Variante 8 vgl. hierzu Variante 3) war auf die frühen Stadien, wie schon oben beschrieben, teilweise von verzögernder Wirkung, auf den Beginn der Blütenbildung, das Ährenschieben und schließlich auf die Reife jedoch wirkte sie beschleunigend. Hierbei fällt auf, daß die frühen Sorten "SUPER X" und "FLORENCE-AUORE" 9 - 10 Tage frühere Gelbreife zeigten, während die anderen

Sorten nur um 2 - 4 Tage im Eintritt der Reife beeinflußt wurden. Wie aus Tabelle 17 abzulesen ist, reagierten die beiden frühen Sorten auch in der Länge der Kornbildungsphase, während die anderen vier Sorten die geringere Reaktion in der Ährchen- und Blütenbildungsphase zeigen.

Zusammenfassend kann für die gewonnenen Ergebnisse der Entwicklungsbeobachtungen festgestellt werden, daß die stärkeren differenzierenden Einflüsse von der Länge der Photoperiode ausgehen. Licht, Temperatur und Wasserversorgung verändern ebenfalls mehrfach den zeitlichen Gang der Entwicklung, allerdings im Rahmen dieses Versuches nicht so stark wie die unterschiedlichen Tageslängen. Bereits bei Betrachtung der Erträge (Abb. 10 und 11 sowie Text hierzu) war ein für das Sortenverhalten dominierender Einfluß der Photoperioden festzustellen. Die beiden unabhängig voneinander getroffenen Feststellungen bestätigen wieder einmal, welch enge Beziehungen zwischen Entwicklung und Ertrag vorhanden sein müssen.

Ausgehend von den Zahlenwerten der Tabellen 16 und 17 und den soeben festgestellten Einflüssen erlauben die Abbildungen 12 und 13 die Feststellung, daß hinsichtlich der photoperiodischen Wirkung (vgl. Säulen 1, 2, 3 und 4) alle Sorten im Ährenschieben durch zunehmende Tageslängen früher werden. Die Tageslängen waren während der Phase "B" bis "Ähr. Sch." ein 13-, 14-, 17-, 19-Stunden-Tag. Bei einem Vergleich von "ORCA" und "FLORENCE-AUORE" (Abb. 13) erkennt man aber, daß die späte Sorte auf die Verlängerung des Tages von 13 auf 14 Stunden (Var. 1 und 2) viel deutlicher reagiert als die frühe. Diese, "FLORENCE-AUORE", zeigt erst oberhalb des 14-Stunden-Tages in Variante 3 eine stärkere Reaktion, bzw. eine Tageslänge von 14 Stunden und kürzer verzögert das Ährenschieben nicht wesentlich. Die vorhergehende Phase "A" - "B", bzw. der Beginn von "B" (senkrecht schraffierter Säulenteil) läßt diese Sortenreaktion noch deutlicher in Abhängigkeit vom hier wirksamen 12/13-, 15- und 17-Stunden-Tag erkennen: je kürzer der Tag, um so später wird "ORCA" bzw. um so länger die Ährchenbildungsphase dieser Sorte, wogegen "FLORENCE-AUORE" unterhalb 15 Stunden bzw. ab 13 Stunden Tages-

Entwicklungsverlauf in Tagen ab Aufgang

Entwicklungsverlauf in Tagen ab Aufgang

länge keine Verzögerung erfährt. Somit stellt für die eine Sorte etwa der 14-Stunden-Tag eine Art "kritische Tageslänge" dar, die bei der anderen - "ORCA" - oberhalb 17 Stunden liegt und erst in den späten Stadien erkennbar ist. Es kommt in diesen Entwicklungsunterschieden der beiden Sorten ein "Kurz"- und "Langtagscharakter" zum Ausdruck. Für "SUPER X" konnte ebenfalls ein solcher "Kurztagscharakter" erwartet werden. Er kommt jedoch in den Phasenlängen nicht zum Ausdruck. Auch "RANG" und "OPAL" zeigen in den Phasen zwischen "D" und "B" nur regelmäßige Unterschiede. Erst die Länge der Blütenbildungsphase "B bis Ährenschieben" wird oberhalb der Tageslänge des mittleren Tages nicht mehr stärker beeinflußt. Für "SUPER X" und "KOLIBRI" liegt diese Grenze jedoch schon oberhalb des kurzen Tages (Variante 2).

Sehr deutlich lassen sich diese Einflüsse der Tageslänge und der anderen Klimavarianten aus der Abbildung 14 ablesen, in der für alle Sorten die Längen der einzelnen Entwicklungsphasen getrennt dargestellt sind. Diese Darstellung erlaubt auch die Feststellung, daß sich unterschiedliche Sortenreaktionen erst in den drei Phasen nach Beginn der Ährchenbildung deutlich zeigen, womit den Stadien "A", "B" und "Ährenschieben" besondere Bedeutung zukommt. Auf die Feststellung des Stadiums "D" kann dagegen aber verzichtet werden.

Die Betrachtungen zeigen, daß eine Feststellung der Vegetationszeiten vom Aufgang bis zum Erreichen der einzelnen Stadien nicht ausreicht, um die Reaktion der Genotypen nachzuweisen. Diese kommt häufig erst in der Länge der einzelnen Phasen zum Ausdruck. Beziehungen zur Ertragsbildung, wie sie weiter in dieser Arbeit untersucht werden, müssen folgerichtig ebenfalls von der Dauer der Entwicklungsphasen ausgehen.

3. Kastenversuch 1971

Unter natürlichen Klimabedingungen besteht in der Regel bei einer großräumigen Betrachtungsweise eine Korrelation zwischen Tageslängen und Temperaturen einerseits sowie zwischen Temperaturen und Niederschlägen andererseits. Äquatornahe Gebiete, die sich durch kurze Tageslängen auszeichnen, weisen allgemein hohe Temperaturen auf, die gerade dort, wo eine ackerbauliche Nutzung interessant ist, mit mehr oder weniger großen Trockenheitsperioden verknüpft sind. Folglich stellt die Reaktion der Pflanzen auf den Wachstumsfaktor Wasser ein wesentliches Kriterium neben Tageslänge und Temperatur dar.

Aus diesem Grunde wurde in einem Kastenversuch durch Überdachung der Parzellen eine Variante mit starker Bodentrockenheit hergestellt (s. auch Abschnitt Methodisches S. 31). Gleichzeitig mußte erwartet werden, daß die trockenen Bodenverhältnisse auf die Stickstoffverfügbarkeit erheblichen Einfluß nehmen. Aus diesem Grunde wurden in diesem Versuch 2 Stickstoffstufen (80 und 140 kg/ha N) eingeführt.

Als Vergleich zu den trockengehaltenen Parzellen wurden die Sorten mit denselben Stickstoffstufen unter den natürlichen Niederschlagsverhältnissen des Versuchsjahres 1971 angebaut und hinsichtlich Ertrag und Ertragsstruktur sowie in ihrer Entwicklung untersucht.

Der Witterungsverlauf 1971 ist in der Abbildung 3 in Form eines Klimadiagramms nach WALTER (1956) wiedergegeben.

Für die Niederschläge sind die hohen Werte in den Monaten Mai und Juni auffallend, die im Monat Juni noch zusätzlich mit einer kühlen Temperatur - verglichen zum langjährigen Mittelwert des Standortes - verbunden waren. Dieser naßkalten Frühjahrswitterung folgte im Monat Juli eine Trockenperiode bei immer noch unter dem Mittelwert liegenden Temperaturen. Der August brachte dann wieder etwas höhere Niederschläge, dann wiederum Trockenheit bis zur Ernte. So kann allgemein von einer Vegetationszeit mit kühler Temperatur, einem nassen Frühjahr und einem relativ trockenen Sommer gesprochen werden, die zu durchschnittlich bis überdurchschnittlich hohen Kornerträgen führte.

a) Erträge

Kornertrag:

Die Erträge dieses Versuches in g/m^2 sind in der Tabelle 18 und in der Abbildung 15 enthalten.

Unter den normalen Niederschlagsbedingungen des Jahres hat die Sorte "OPAL" in beiden N-Stufen die höchsten absoluten Kornerträge gebracht. Wie jedoch aus den gebildeten Ertragsgruppen (s. Tab. 18) zu ersehen ist, ist dieser Höchstertrag bei der niedrigen N-Stufe gegenüber denen der Sorten "KOLIBRI" und "ORCA" nicht gesichert. Bei höherer N-Stufe liegen auch "SUPER X" und "SNABBE" in derselben Ertragsgruppe. Die Sorten "RANG" und "REX" fallen in beiden N-Stufen im Kornertrag gesichert ab (Ertragsgruppe II bei N_1 und Ertragsgruppe II und III bei N_2). Bei "REX" kann dieser Ertragsabfall mit durch starken Mehлтаubefall bedingt sein. Die gesicherten geringsten Erträge bringen die Sorten "BANATKA" und "SAN-MARTIN".

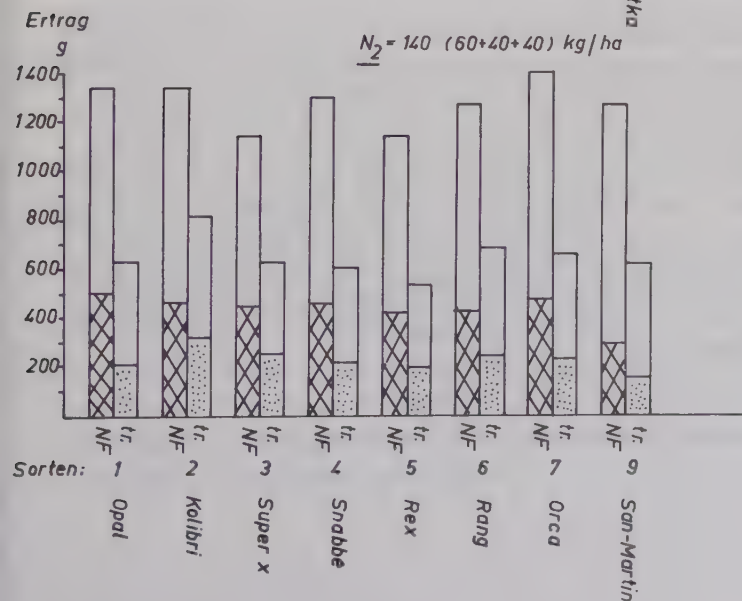
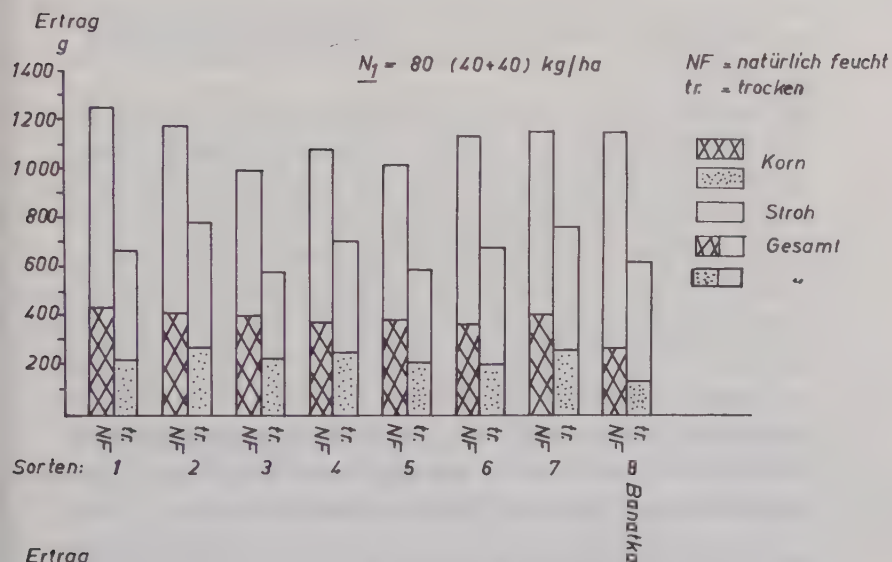
Unter trockenen Bedingungen bei niedriger N-Versorgung ist nur noch "BANATKA" mit Ertragsgruppe II gesichert schlechter im Kornertrag als alle anderen Sorten. Erst bei höherer N-Düngung (Stufe $N_2 = 140 \text{ kg/ha}$) zeigt sich, daß die Sorten "KOLIBRI" und "SUPER X" den anderen Sorten unter trockenen Bodenverhältnissen überlegen sind. In die Ertragsgruppe II fallen "RANG" und "ORCA"; "OPAL" und "SNABBE" sind wieder gesichert schlechter im Ertrag als diese, während "REX" und "SAN-MARTIN" für sich die niedrigsten Ertragsgruppen IV und V bilden.

So zeigt sich, daß die geringsten Differenzen in den Kornerträgen der Sorten bei niedriger N-Düngung und trockenem Boden gegeben sind. Wirkt jedoch mehr N im System der Wachstumsfaktoren, so ergeben sich unter Trockenheitsverhältnissen deutliche Differenzierungen in der Sortenleistung. Allgemein wurde das Ertragsniveau durch die Trockenheit des Bodens erheblich gesenkt; die höhere N-Düngung konnte nur bei ausreichender Feuchtigkeit des Bodens zu einem höheren Ertragsniveau führen.

Tabelle 18:

Kastanlanlage 1971
Sommerweizensorten-Versuch bei natürlich-feuchten und trockenen Bodenverhältnissen
in 2 N-Stufen²
Erträge in g Tr. M./m² und s $\bar{x}$

Nr.	Sorten	natürlich feucht (nf)				trocken (tr)										
		Korn	s $\bar{x}$	Ertrags- gruppe	Stroh	s $\bar{x}$	Gesamt	Korn	s $\bar{x}$	Ertrags- gruppe	Stroh	s $\bar{x}$	Gesamt			
		N ₁ = 80 (40 + 40) kg/ha														
1	Opal	435,3	15,4	I	814,0	47,7	I	1249,3	59,8	224,1	28,7	I	448,7	49,8	672,8	21,1
2	Kolibri	409,5	13,9	I	776,9	20,1	I	1186,4	32,6	271,7	28,9	I	510,2	17,2	781,9	46,1
3	Super X	399,0	10,3	II	604,7	11,8	I	1003,7	20,4	231,8	0,01	I	353,6	5,8	585,4	5,8
4	Snabbe	375,8	10,3	II	707,1	6,7	I	1082,9	16,9	247,1	51,7	I	466,2	69,9	713,2	121,7
5	Rex	380,7	3,9	II	647,8	16,6	I	1028,5	20,3	213,2	17,2	I	380,4	0,01	593,6	17,2
6	Rang	375,8	10,3	II	766,4	13,6	I	1142,2	6,1	208,6	23,2	I	478,8	79,8	887,4	103,0
7	Orca	408,9	19,1	I	753,5	17,7	I	1162,4	36,6	269,3	28,6	I	501,5	17,3	770,8	45,9
8	Banatka	277,4	11,6	III	889,1	31,4	II	1166,5	36,6	143,7	28,7	II	483,1	41,3	626,8	70,0
9	San Martin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N ₂ = 140 (60 + 40 + 40) kg/ha														
1	Opal	503,6	27,1	I	836,1	54,8	I	1339,4	29,2	209,7	23,3	III	421,8	11,5	631,5	34,7
2	Kolibri	466,2	10,2	I	871,6	26,5	I	1337,8	36,7	309,7	17,5	I	504,2	28,9	813,9	46,4
3	Super X	445,3	20,3	I	695,6	7,7	I	1141,8	21,7	252,6	29,3	I	368,9	23,0	621,5	52,4
4	Snabbe	450,8	6,7	I	842,7	3,8	I	1293,5	10,1	211,5	0,01	III	388,9	16,9	600,4	16,9
5	Rex	410,6	3,9	III	729,6	17,4	I	1140,2	20,2	187,6	5,6	IV	340,1	5,8	527,7	11,4
6	Rang	419,9	15,4	II	851,3	3,8	I	1271,2	17,6	235,6	0,01	II	445,3	5,6	680,9	5,6
7	Orca	473,9	6,7	I	926,1	16,8	I	1400,0	23,4	226,0	5,8	II	438,0	23,0	664,0	17,2
8	Banatka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	San Martin	294,4	7,8	IV	977,7	26,4	I	1272,1	33,2	152,7	11,7	V	466,2	11,6	618,9	23,4



Stroherträge:

Auf die Stroherträge hat sich das Trockenhalten des Bodens ebenfalls innerhalb beider N-Stufen erwartungsgemäß stark negativ ausgewirkt. Dabei sind die zwischen den Sorten festzustellenden Unterschiede weitgehend auf die Wuchshöhe, zum Teil auch auf die Bestockung zurückzuführen (s. Tab. 19).

Bei natürlich feuchtem Boden hat sich die höhere N-Stufe ebenfalls in einer deutlichen Zunahme der Stroherträge ausgewirkt, auf trockenem Boden ist dagegen überraschenderweise keine Zunahme der Stroherträge festzustellen. Die zum Teil sogar etwas geringeren Werte in N₂ sind vielfach statistisch nicht gesichert. Wie jedoch aus der Tabelle 19 ersichtlich ist, ist auch die Wuchshöhe und die Bestockung durch die höhere N-Düngung in Übereinstimmung mit den Stroherträgen negativ beeinflusst worden. Die Erklärung hierfür kann nur in einer depressiven Wirkung der hohen Salzkonzentration im Boden der trockengehaltenen Kästen gesucht werden. Auch die oben schon dargestellte Kornertragsbildung in dieser Boden-Düngungsvariante muß letztlich auf das ungünstige Verhältnis zwischen Bodenwasser und Düngung zurückzuführen sein.

Die Gesamterträge schließlich erreichen ihr höchstes Niveau bei hoher N-Düngung und natürlicher Bodenfeuchtigkeit. Hierbei schneidet auch die Sorte "SAN-MARTIN" aufgrund der hohen Stroherträge relativ gut ab. Die höchste Gesamttrockenmassen-Produktion findet sich jedoch bei "ORCA" aufgrund relativ guter Kornerträge und eines recht hohen Strohertrages. Unter trockenen Bedingungen fällt "SAN-MARTIN" allerdings wieder deutlich ab, und der Höchstertag ist bei "KOLIBRI" zu finden, der offenbar sowohl in Bezug auf die Korn- und Strohbildung und damit im Gesamtertrag mit den trockenen Verhältnissen am besten fertig geworden ist.

b) Ertragsanalyse

Die ertragsanalytischen Daten sind in der Tabelle 19 und Abbildung 16 wiedergegeben.

Auf die unterschiedliche Wuchshöhe in diesem Versuch wurde soeben bei der Betrachtung der Stroherträge schon hingewiesen. Hervorgehoben werden kann noch einmal die Langstrohigkeit der älteren Sorten "BANATKA" und "SAN-MARTIN" unter natürlich feuchter Bedingung. Dabei ist "SAN-MARTIN" in den höheren N-Stufen und bei Trockenheit auch noch deutlich den anderen Sorten überlegen, während "BANATKA" in der Wuchshöhe stärker als andere Sorten abfällt, wenn der Boden trocken ist (s. Tab. 19 bei N_1). Im übrigen hat die Trockenheit, wie bereits erwähnt, durchweg zu geringeren Wuchshöhen geführt. Auch ist die Relation zwischen den Sorten - von der Ausnahme "BANATKA" abgesehen - beim Vergleich zu natürlich feuchtem Boden wenig verändert.

Die Zahl ährentragender Halme pro m^2 ist durch die N-Düngung bei natürlich feuchten Bedingungen bei allen Sorten außer bei "KOLIBRI" deutlich erhöht worden. Auf die negative Wirkung der hohen N-Düngung auf diesem Faktor bei trockenen Bodenverhältnissen wurde bereits bei den Stroherträgen hingewiesen.

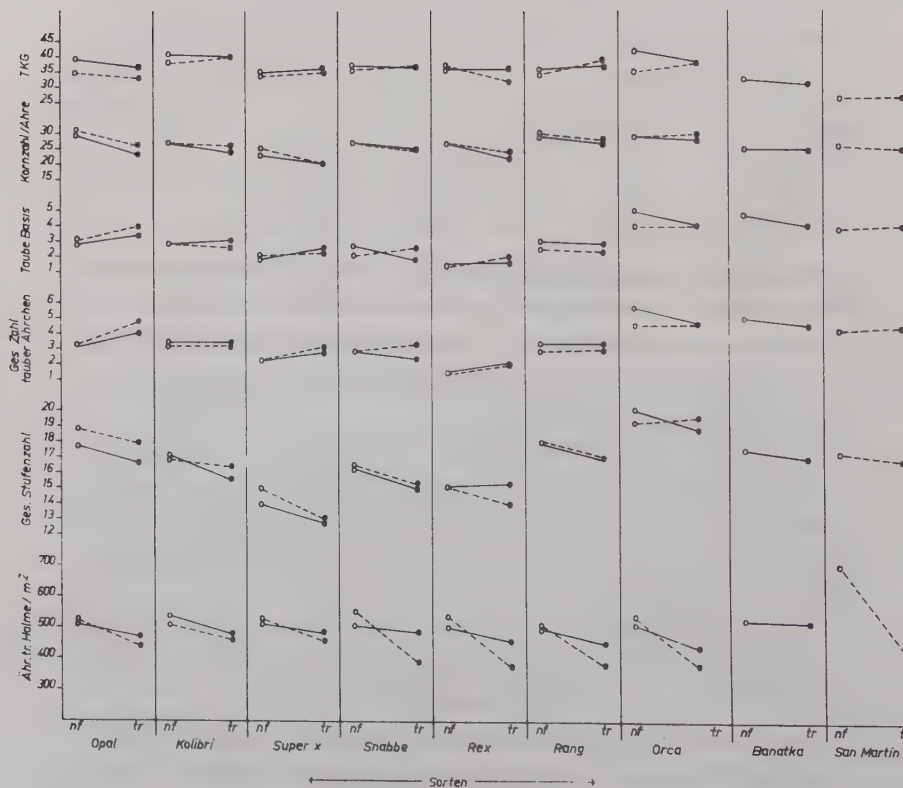
Da die Saatsnorm auf 500 keimfähige Körner pro qm abgestimmt war, und die tatsächliche Pflanzenzahl pro qm auf den natürlich feuchten Kästen nur unwesentlich von dieser Sollzahl abwich, ist die produktive Bestockung nur bei der Sorte "SAN-MARTIN" von stärkerem Einfluß (Bestockungsfaktor 1,4), sie schwankt sonst zwischen 1,0 und 1,1.

Auf den trockenen Kästen dagegen hat ein geringerer Aufgang, sicherlich bedingt durch die hohe, relative Salzkonzentration im Boden, zu einer deutlich niedrigeren Zahl ährentragender Halme geführt.

In der höheren N-Stufe haben besonders die Sorten "SNABBE", "REX" und "ORCA" stärker in der Ährenzahl/ m^2 auf die Trockenheit des Bodens reagiert, während bei 80 kg/ha N die Sortenunterschiede beim entsprechenden Vergleich recht gering sind.

*Einfluß der Bodentrockenheit (tr) im Vergleich zu
natürlich feuchtem Boden (nf) bei 2N-Stufen auf
die ertragsanalytischen Daten von 9 Sommerweizen-Sorten*

- nf = natürlich feucht
 ● tr = trocken
 — N₂ 80 (40+40) kg/ha
 - - - N₂ 160 (80+80) kg/ha



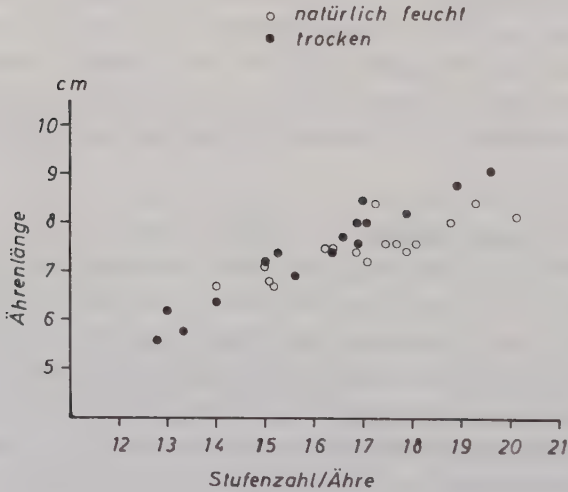
Die gemessene Ährenlänge korreliert deutlich mit der Zahl der Gesamtstufen je Ähre (s. Abb. 17), so daß auch hier (vgl. Gefäßversuch 1972, S. 80) ein Unterschied in der Länge der Spindelglieder der Ähre in Abhängigkeit von der Wuchshöhe, die ja durch die Bodentrockenheit stärker beeinflusst ist, nicht gefunden werden kann. Die Form der Ähre, locker oder kompakt, ist demnach durch die Trockenheit nicht beeinflusst worden.

Die Zahl der Gesamtstufen pro Ähre liegt unter den trockenen Bodenverhältnissen niedriger (Diff. = 1 bis 2 Stufen/Ähre) und ist damit zwar regelmäßig, absolut gesehen jedoch nicht sehr stark beeinflusst worden (s. Tab. 19). Es bleibt zu untersuchen, ob dementsprechend auch der Einfluß der Trockenheit auf die Ährchenbildungsphase gering war (s. Abschnitt C, S. 104).

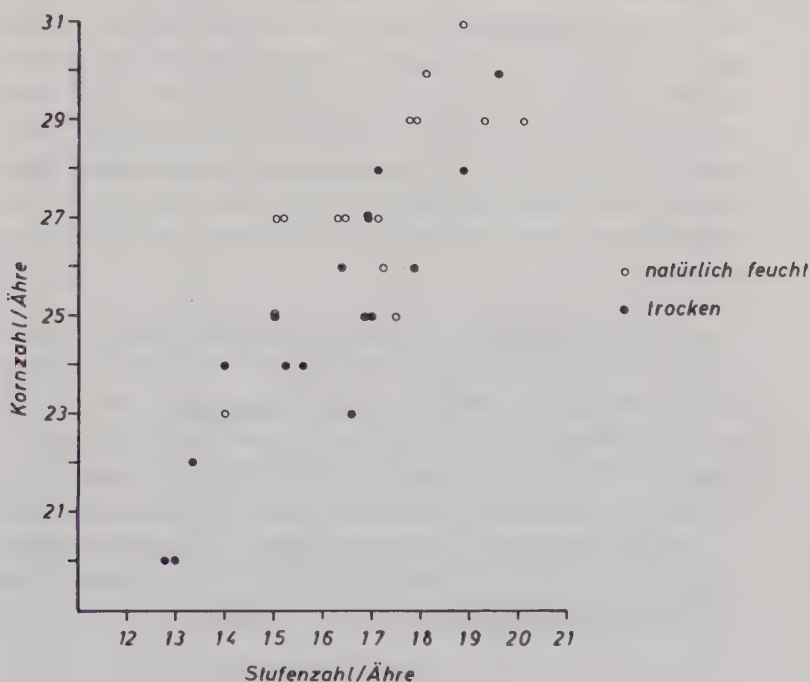
Die Gesamtzahl tauber Ährchen ist in beiden N-Stufen durch die Trockenheit des Bodens nicht ("KOLIBRI") oder positiv beeinflusst worden. Letzteres kann bei "OPAL" deutlich festgestellt werden. Die tauben Ährchen sind bei dieser Sorte sowohl an der Ährenbasis als auch an der Spitze der Ähre gefunden worden, während bei den anderen Sorten der relative Einfluß häufig verstärkt an der Spitze der Ähren auftritt (s. Abb. 16 und Tab. 19). Absolut gesehen findet die Gesamtzahl tauber Ährchen überwiegend ihren Einfluß an der Ährenbasis begründet (s. Tab. 19 und Abb. 16).

Somit ergibt sich in der Kornzahl pro Ähre in N_1 bei trockenen Bedingungen ein vorwiegender Einfluß der Gesamtstufenzahl und nur bei "OPAL" ein stärkerer Rückgang durch die Schartigkeit der Ähre. Die höchste Kornzahl weist die Sorte "ORCA" auf, bedingt durch eine hohe Stufenzahl. Unter natürlich feuchten Bedingungen ist diese Sorte in dieser Eigenschaft nur wenig besser als bei trockenen Bedingungen. Auffallend gering ist die Kornzahl pro Ähre bei "SUPER X" in allen Behandlungsvarianten, was ebenfalls wieder auf die niedrige Stufenzahl pro Ähre zurückzuführen ist. Somit kann allgemein der Schluß gezogen werden, daß die Zahl angelegter Ährchen in ihrem Einfluß auf die Kornzahl

Abhängigkeit der Stufenzahl/Ähre von der Ährenlänge in
natürlich feuchten (NF) und trockenen (tr) Bodenverhältnissen



Abhängigkeit der Kornzahl/Ähre von der Stufenzahl/Ähre
in natürlich feuchten(NF) und trockenen(tr) Bodenverhältnissen



pro Ähre dominiert und nur bei bestimmten Sorten, wie hier bei "OPAL", der Schartigkeit eine größere Bedeutung zukommt. Diese Beziehung zwischen Stufenzahl der Ähre und Kornzahl/Ähre ist in Abbildung 18 dargestellt und kommt sehr deutlich zum Ausdruck.

Die Abstufung der N-Düngung hat sich in diesem Versuch nur wenig auf das Tausend-Korn-Gewicht ausgewirkt. Nur durch höhere Kornzahl pro Ähre ist ein negativer Einfluß auf das TKG gegeben. Dieselbe Ursache, nämlich die höhere Kornzahl pro Ähre, dürfte bei einigen Sorten auch unter den trockenen Bedingungen von primärem Einfluß auf das TKG gewesen sein, so daß sich im Aufbau des Kornertrages allgemein feststellen läßt, daß eine hohe Zahl angelegter Ährchen zu einer höheren Kornzahl pro Ähre führt (s. Abb. 18) und diese wiederum das TKG negativ beeinflusst.

Das Korn-Stroh-Verhältnis ist bei der kurzstrohigen Sorte "SUPER X" am höchsten und bei langstrohigen Sorten, wie z. B. bei "SAN-MARTIN" und "BANATKA", am niedrigsten. Innerhalb der Sorten wird es durch trockene Bedingungen nur unwesentlich oder aber negativ beeinflusst, wobei der Höhe des Strohertrages die größere Bedeutung zukommt. "SUPER X" zum Beispiel erfährt durch trockene Bedingungen eine relativ niedrigere Beeinflussung seiner Wuchshöhe und damit des Strohertrages, wodurch unter allen Bedingungen ein nahezu unverändertes Korn-Stroh-Verhältnis gefunden wird.

c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen

Da zwischen beiden N-Stufen keine Unterschiede im Entwicklungsverlauf gefunden werden konnten, sind in den Tabellen 20 und 21 nur die Untersuchungsergebnisse der neun Sorten bei natürlich feuchten und trockenen Bodenverhältnissen angegeben.

Betrachtet man zunächst die Tabelle 20, so kann man feststellen, daß die Trockenheit sich auf den Eintritt in das generative Stadium noch nicht

Tabelle 20:

Kastenanlage 1971
Sommerweizensorten-Versuch bei natürlich-feuchten (nf) und trockenen (tr) Boden-
verhältnissen und 2 N-Stufen - Dauer der Entwicklung in Tagen

Nr.	Sorte	natürlich feucht (nf)					trocken (tr)				
		Aufgg-D	Aufgg-A	Aufgg-B	Aufgang- Ähr. sch.	Aufgg-GR	Aufgg-D	Aufgg-A	Aufgg-B	Aufgang- Ähr. sch.	Aufgg-GR
1	Opal	13	21	29	60	110	13	21	29	55	108
2	Kolibri	12	23	33	59	110	12	21	29	52	107
3	Super X	14	21	28	53	107	14	20	27	50	107
4	Snabbe	13	24	31	59	109	13	22	29	54	107
5	Rex	11	20	27	57	113	11	19	27	51	104
6	Rang	11	21	33	60	109	11	21	33	56	107
7	Orca	11	25	34	67	115	11	23	35	63	113
8	Banatka	13	25	37	68	116	13	23	36	66	110
9	San Martin	14	25	35	68	111	14	22	36	65	109

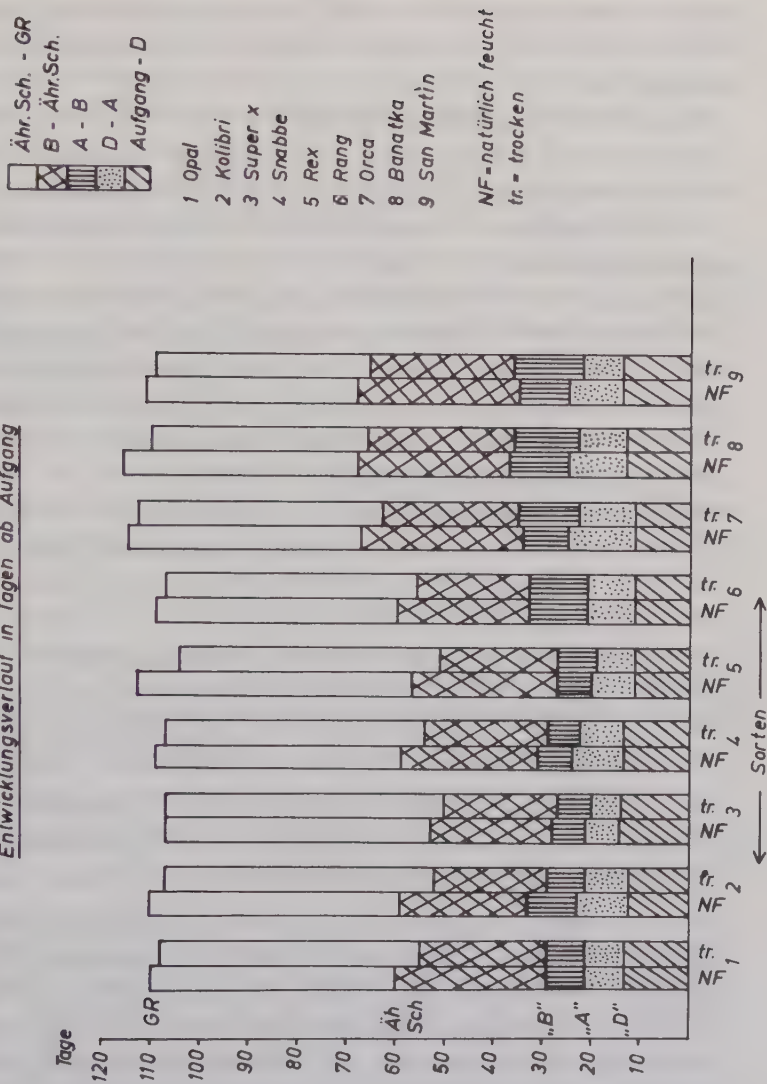
Tabelle 21:

Kastenanlage 1971

Sommerweizensorten-Versuch bei natürlich-feuchten (nf) und trockenen (tr)
Bodenverhältnissen und 2 N-Stufen
Dauer der einzelnen Entwicklungsphasen in Tagen

Nr. Sorte	natürlich feucht (nf)					trocken (tr)				
	Aufgg-D	D- A	A - B	B-Äh. Sch.	Äh. Sch-GR	Aufgg-D	D - A	A - B	B-Äh. Sch. .	Äh. Sch-GR
1 Opal	13	8	8	31	50	13	8	8	26	53
2 Kolibri	12	11	10	26	51	12	9	8	23	55
3 Super X	14	7	7	25	54	14	6	7	23	57
4 Snabbe	13	11	7	28	50	13	9	7	25	53
5 Rex	11	9	7	30	56	11	8	8	24	53
6 Rang	11	10	12	27	49	11	10	12	23	51
7 Orca	11	14	9	33	48	11	12	12	28	50
8 Banatka	13	12	12	31	48	13	10	13	30	44
9 San Martin	14	11	10	33	43	14	8	14	29	44

So-Weizensorten-Versuch bei natürlich feuchten (NF) und trockenen (tr) Bodenverhältnissen
Entwicklungsverlauf in Tagen ab Aufgang



ausgewirkt hat. Offenbar war in dieser Zeit auch die Austrocknung des Bodens noch nicht so weit fortgeschritten wie in späteren Vegetationsabschnitten.

Die Sorten "REX", "RANG" und "ORCA" erreichen "D" 1 - 3 Tage früher als die anderen Sorten (s. Aufgang - D bei nf und tr). Auch beim Beginn des Stadiums Ährchenbildung ("A") sind die gefundenen Unterschiede in der Zeit "Aufgang bis A" zwischen "feucht" und "trocken" noch nicht groß und betragen nur 0 - 3 Tage. Eine Beschleunigung der Entwicklung durch die trockenen Bodenverhältnisse deutet sich jedoch an. Auch der Beginn von "B" ist noch nicht sehr verschieden. Erst das Ährenschieben tritt auf dem trockenen Boden 2 bis 7 Tage früher ein. Die Abreife wurde dann wieder mit geringeren Unterschieden festgestellt, was jedoch auf die Schwierigkeiten in der gleichmäßigen Feststellung des Datums "Gelbreife" mit zurückgeführt werden kann.

Unter natürlich feuchten Bodenverhältnissen ist schließlich "SUPER X" nach 107 Tagen zuerst reif, jedoch folgen die Sorten "RANG" und "SNABBE" nur 2 Tage, "OPAL" und "KOLIBRI" nur 3 Tage später. "ORCA" und "BANATKA" sind mit 115 bzw. 116 Tagen am spätesten. Damit ergeben sich im Eintritt der Reife im Vergleich zum Beginn des Ährenschiebens nur geringfügige Verschiebungen zwischen den Sorten. Auf trockenem Boden ist wieder bezüglich des Ährenschiebens "SUPER X" am frühesten und "ORCA", "BANATKA" und "SAN-MARTIN" am spätesten. Die stärkste Beschleunigung durch Trockenheit erfährt jedoch "KOLIBRI" mit 7 Tagen. Bezüglich des Eintritts in die Gelbreife sind die Unterschiede zwischen den Sorten geringer.

Diese Verschiebungen in dem Entwicklungsverlauf werden durch die Feststellung der Dauer der einzelnen Phasen noch einmal deutlicher: Aus der Tabelle 21 ist zu ersehen, daß die Trockenheit die Phase "D bis A" zwar bei "KOLIBRI", "SNABBE", "ORCA", "BANATKA" und "SAN-MARTIN" verkürzt hat, dafür ist jedoch die Phase "A bis B" bei "ORCA" und "SAN-MARTIN" wieder etwas länger, so daß nur "KOLIBRI" eine kurze Ährchenbildungsphase hat. Es ist jedoch zweifelhaft, ob die geringen

absoluten Unterschiede von 2 - 3 Tagen statistisch gesichert sind und ob sie sich auf die Differenzierungsrate bzw. den Ertrag auswirken konnten. Die oben festgestellten Abnahmen der Gesamtstufenzahl bei Trockenheit waren ebenfalls nur gering und stehen offenbar in keinem direkten Zusammenhang zur Phasendauer.

Die Abbildung 19 gibt noch einmal einen guten Überblick über soeben festgestellte Entwicklungsabläufe der Sorten und zeigt, daß die Sorten "ORCA", "BANATKA" und "SAN-MARTIN" bezüglich des Ährenschiebens später sind als die übrigen, und daß "SUPER X" als einzige Sorte früher ist. Bei ihr bestätigt sich die schon anhand der Gefäßversuche getroffene Feststellung, daß der Beginn von "D" relativ spät eintritt, die folgenden früheren Stadien der Ährenentwicklung dann kürzer sind und somit das Schieben der Ähre früher als bei den anderen hier geprüften Sorten eintritt. Für die Kornbildungsphase "Ährenschieben bis Gelbreife" ergibt sich dann wieder ein längerer Zeitraum, so daß diese Sorte nicht früher abreift als die europäischen Sorten.

d) Stickstoffaufnahme

In der Tabelle 22 sind die N-Aufnahme und Verwertungszahlen in g N/m^2 für diesen Versuch enthalten.

Die schlechtere N-Verwertung in der höheren N-Stufe und der verhältnismäßig hohe Anteil aufgenommenen Stickstoffs im Korn, verbunden mit einer abnehmenden Verwertung, zeigen eine depressive Wirkung der hohen N-Gaben an.

Unter trockenen Verhältnissen wird die Stickstoffaufnahme durch Stroh trotz der oben festgestellten niedrigen Stroherträge vielfach noch gegenüber natürlich feuchten Bedingungen erhöht, während die Aufnahme durch Korn bei gleichzeitig schlechter Verwertung niedriger liegt. Dies ist besonders auffallend in der höheren N-Stufe. Offenbar haben, bedingt durch Wassermangel, stärkere physiologische Störungen den N-Transport in

Tabelle 22:

Kastenanlage 1971

Stickstoffaufnahme und Verwertung durch Korn, Stroh und Gesamttrockenmasse
in g N/m²

Sorte	natürlich feucht						trocken					
	Aufnahme			Verwertung			Aufnahme			Verwertung		
	Korn	Stroh	Korn Stroh	Korn	Stroh	Korn Stroh	Korn	Stroh	Korn Stroh	Korn	Stroh	Korn Stroh
	$N_1 = 80 (40 + 40) \text{ kg/ha}$											
1 Opal	6,852	1,412	8,264	63,54	577,30	151,1	4,457	1,633	6,090	50,24	275,27	110,5
2 Kolibri	7,059	1,278	8,337	53,88	606,95	142,3	5,336	1,288	6,604	50,88	401,73	118,4
3 Super X	6,843	1,550	8,393	58,33	390,12	119,6	4,414	1,052	5,466	52,56	336,76	107,1
4 Snabbe	6,911	1,399	8,310	54,38	505,07	130,3	5,407	1,469	6,876	45,67	317,14	103,7
5 Rex	7,131	1,339	8,470	53,39	483,43	121,4	4,010	1,258	5,268	53,16	301,90	112,7
6 Rang	6,445	1,329	7,774	58,35	576,24	146,9	5,235	1,743	6,978	39,80	275,17	98,5
7 Orca	6,027	1,339	7,366	67,81	562,31	157,8	5,289	1,949	7,238	50,90	257,17	106,5
8 Banatka	5,723	1,696	7,419	48,49	523,00	157,2	3,738	3,077	6,815	38,42	142,24	92,0
9 San Martin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$N_2 = 140 (60 + 40 + 40) \text{ kg/ha}$											
1 Opal	9,599	1,792	11,391	52,45	467,09	117,6	5,473	2,517	7,990	38,33	167,38	79,0
2 Kolibri	9,039	1,801	10,842	51,57	484,22	123,4	7,442	1,786	9,238	41,62	281,67	88,1
3 Super X	8,389	1,607	9,996	53,07	432,04	114,2	5,650	1,524	7,174	44,70	242,69	86,6
4 Snabbe	8,962	1,704	10,666	50,31	495,70	121,3	5,607	1,807	7,414	37,70	214,86	81,0
5 Rex	7,994	1,813	9,807	51,38	403,09	116,3	4,599	1,577	6,176	40,78	215,25	85,4
6 Rang	8,314	1,833	10,147	50,52	465,19	125,3	6,788	1,986	8,774	34,69	223,66	77,6
7 Orca	9,033	2,139	11,172	52,48	432,75	125,3	6,466	2,863	9,329	34,93	153,14	71,2
8 Banatka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 San Martin	7,148	2,429	9,577	41,17	402,34	132,8	4,781	2,277	7,058	31,94	204,47	87,7

der Pflanze beeinträchtigt und insgesamt zu der schlechten N-Verwertung geführt.

Die festgestellten Ertragsunterschiede zwischen der N-Düngung und den feuchten und trockenen Bodenverhältnissen dürften folglich in erster Linie durch unterschiedliches Wachstum und weniger entwicklungsphysiologisch bedingt sein.

Neben Bodenfeuchtigkeitszustand und N-Wirkung sind sicherlich auch die kühlen Temperaturen während der Vegetationszeit von Einfluß auf das Wachstum gewesen.

4. Feldversuch 1971

Wie bereits im Abschnitt Methodisches beschrieben, sollte in einem Feldversuch der Einfluß der Stickstoffdüngung sowie der Einfluß unterschiedlicher Saatstärken auf die Erträge, die Ertragsbildung sowie die Entwicklung einiger Sommerweizensorten untersucht werden. Es kamen hierbei die Sorten "OPAL", "KOLIBRI", "SUPER X", "SNABBE" und "REX" zur Aussaat, die auch im Phytotron-Gefäßversuch 1/1971 beschrieben worden sind.

Anstelle von "CHRIS" (Gefäßversuch) wurde hier die schwedische Weizensorte "RANG" untersucht. Darüber hinaus waren diese Sorten auch im Kastenversuch 1971 enthalten. Die Höhe der N-Düngung betrug in der 1. Stufe 80 kg/ha N und in der 2. Stufe 120 kg/ha N, die in den folgenden Tabellen abgekürzt mit N_1 und N_2 bezeichnet sind. Die Saatstärken (400, 500, 600 keimfähige Körner pro m^2 , s. Methodisches S. 36) werden in den folgenden Darstellungen mit I, II, III bezeichnet, wobei I die niedrigste Saatstärke darstellt.

Der natürliche Witterungsverlauf war in der Abb. 3 in Form eines Klimadiagrammes nach WALTER (1956) wiedergegeben und wurde bereits für die Beschreibung der Klimabedingungen für den Kastenversuch herangezogen.

Wie aus der Abb. 3 zu ersehen ist, erfolgte die Aussaat des Weizens bei trockenen Bodenverhältnissen und bei gegenüber dem langjährigen Mittel kühlen Temperaturen. Bald danach setzten stärkere Niederschläge ein, so daß die Jugendentwicklung des Weizens unter feuchten Bedingungen und bei Temperaturen ablief, die anfangs dem langjährigen Mittel entsprachen (Monat Mai), später jedoch, besonders im Monat Juni, deutlich unter diesem Mittel lagen.

Diese kühl-feuchte Witterungsperiode wurde durch eine Trockenperiode in dem Monat Juli abgelöst, worauf im August wieder etwas stärkere Niederschläge folgten, die jedoch die Höhe des langjährigen Mittels bis zum Ende August nicht erreichten. Somit kann die 1. Hälfte der Vegetation

als überdurchschnittlich feucht, die 2. Hälfte als trocken bezeichnet werden, wobei die Temperatur durchweg mehr oder weniger unter dem langjährigen Mittel lag. Diese verhältnismäßig extremen Witterungsbedingungen führten frühzeitig zum Lagern der einzelnen Weizensorten.

Aufgrund der geringeren Wuchshöhe zeigten sich "SUPER X" und "REX" etwas standfester als die anderen Sorten. Die kühl-feuchte Frühjahrswitterung führte außerdem zu Mehltaubefall (*Erysiphe graminis*), unter dem die Sorte "REX" in besonderem Maße litt, wie dies auch schon für den Gefäßversuch 1/1971 festgestellt worden war. Offenbar ist "REX" gegen die hier aufgetretene Mehltaurasse nicht resistent. "RANG" dagegen zeigt den geringsten Befall. Unterschiede sowohl hinsichtlich des Lagerns als auch hinsichtlich des Mehltaubefalls waren weder zwischen den Düngungsstufen noch zwischen den Saatstärken festzustellen, wie überhaupt alle Bonitierungen des Pflanzenbestandes nur Sortenunterschiede und keine Düngungs- oder Saatstärkeneinflüsse erkennen ließen.

Dies überrascht besonders hinsichtlich der Düngungsstufen und es muß angenommen werden, daß die hohen Frühjahrsniederschläge einerseits eine stärkere Stickstoffauswaschung bewirkt haben, und daß andererseits die kühlen Temperaturen eine Mineralisation von Bodenstickstoff verhindern haben. Beides zusammen führte schließlich zu einer zwischen den Stickstoffstufen weitgehend ausgeglichenen N-Wirkung. Dies kommt auch in den im folgenden zu beschreibenden Erträgen zum Ausdruck.

a) Erträge

In der Tabelle 23 sind die Korn-, Stroh- und Gesamterträge für alle Versuchsvarianten angegeben, die gleichzeitig in der Abb. 20 noch einmal der besseren Vergleichbarkeit wegen graphisch dargestellt sind.

Die Sorte "OPAL" hat in den Kornerträgen eine leichte Verbesserung durch die höheren Saatstärken erfahren, allerdings ist die Differenz nicht gesichert. Ebenso ist die negative Wirkung der hohen Saatstärke auf den

Tabelle 23 :

Feldversuch Rauischholzhausen 1971
 Düngungs- und Saatstärkenversuch mit verschiedenen Sommerweizensorten
 Erträge in dz/ha ATM und mittlere Fehler (s_x)

Sorte	Düng- Stufe	Saat- stärke	Korn	$s_{\bar{x}}$	Stroh	$s_{\bar{x}}$	Gesamt	$s_{\bar{x}}$
Opal	N ₁	I	52,6	1,7	62,8	6,7	115,4	8,3
		II	54,7	1,9	63,3	1,4	118,0	3,1
		III	56,4	1,1	65,2	2,3	121,5	1,7
	M		54,6		63,8		118,3	
	N ₂	I	54,8	1,4	62,6	1,7	117,4	2,6
		II	54,2	1,7	62,2	6,1	116,3	1,0
III		57,3	1,6	64,3	2,0	121,6	8,9	
M		55,4		63,0		118,4		
Kolibri	N ₁	I	55,8	2,3	65,5	0,4	121,3	2,5
		II	55,2	2,2	68,7	3,8	124,0	5,0
		III	54,6	3,0	68,8	3,8	123,3	6,0
	M		55,2		67,7		122,9	
	N ₂	I	58,1	2,5	66,5	2,2	124,6	4,3
		II	57,2	2,7	66,2	3,7	123,3	5,5
III		56,6	2,3	69,3	3,8	125,4	4,6	
M		57,3		67,3		124,4		
Super X	N ₁	I	52,5	4,1	38,5	0,7	90,9	2,4
		II	52,4	3,0	40,6	1,4	93,0	4,8
		III	52,7	3,5	38,6	1,9	91,2	4,0
	M		52,5		39,2		91,7	
	N ₂	I	55,3	3,8	38,3	1,8	93,6	5,5
		II	53,9	3,4	38,3	1,7	92,2	3,1
III		55,3	5,5	41,0	2,1	96,2	7,6	
M		54,8		39,2		94,0		
Snabbe	N ₁	I	43,8	0,5	64,7	2,0	108,6	1,4
		II	48,0	5,4	65,7	3,9	113,8	5,9
		III	43,2	0,3	64,4	4,0	107,6	3,7
	M		45,0		64,9		110,0	
	N ₂	I	42,3	5,3	62,9	4,2	105,2	9,6
		II	45,8	1,4	66,2	5,2	112,0	5,4
III		49,0	1,1	66,3	1,8	115,4	2,0	
M		45,7		65,1		110,9		
Rex	N ₁	I	48,6	1,8	51,3	1,5	99,8	3,2
		II	50,4	0,6	53,7	0,0	104,2	0,7
		III	49,6	0,6	50,4	1,0	100,1	0,8
	M		49,5		51,8		101,4	
	N ₂	I	52,2	0,5	55,6	5,2	107,7	4,7
		II	60,0	2,4	51,6	2,3	102,6	4,7
III		52,5	0,7	51,5	2,2	104,0	1,8	
M		54,9		52,9		104,8		
Rang	N ₁	I	49,8	1,5	77,8	0,0	127,6	1,5
		II	48,4	0,8	78,2	7,7	126,6	8,5
		III	45,3	2,6	72,5	2,9	117,8	5,1
	M		47,9		76,2		124,0	
	N ₂	I	52,2	2,0	77,6	4,1	129,8	5,0
		II	49,1	2,0	76,2	3,1	125,7	4,1
III		48,8	1,3	64,6	0,4	113,4	9,9	
M		50,2		62,8		123,0		

Kornertrag bei der Sorte "KOLIBRI" nicht statistisch zu sichern. "SUPER X", "SNABBE" und "RANG" sowie die Sorte "REX" in N_1 zeigen ähnliche ungesicherte Differenzen. Lediglich der hohe Ertrag bei der II. Saatstärke von "REX" in der N_2 ist statistisch gegenüber den Saatstärken I und III gesichert.

Die Abb. 20 läßt erkennen, daß bei der Düngungsstufe N_1 nur "SNABBE" und "RANG", und in der Düngungsstufe N_2 außerdem "REX" Reaktionen im Kornertrag auf die Saatstärke gezeigt haben. Dabei nimmt bei "RANG" der Kornertrag mit zunehmender Saatstärke regelmäßig etwas ab, bei "REX" ist die Saatstärke II etwas überlegen und bei "SNABBE" liegt der höchste Kornertrag einmal in der Saatstärke II bei N_1 und einmal in der Saatstärke III bei N_2 .

Wie ferner aus der Abb. 20 ersichtlich ist, geht die Beeinflussung der Stroherträge parallel zu den soeben beschriebenen Kornerträgen, so daß sich schließlich auch für die gesamte Trockenmassenproduktion das gleiche Bild ergibt, wie es soeben für die Kornerträge beschrieben wurde. Allerdings sind die mittleren Fehler der Stroh- und Gesamterträge auch höher, so daß sich hier in keinem Fall statistische Sicherungen der durch Stickstoff und Saatstärken bedingten Ertragsunterschiede ergeben.

In Bezug auf die Stickstoffwirkung ergeben sich ebenfalls nur geringe Differenzen und damit bestätigt sich, was bereits in den oben beschriebenen Bonitierungen zum Ausdruck kam. Um die geringe N-Wirkung deutlicher zu machen, wurde in der Tab. 23 auch die mittlere Ertragsleistung der N-Stufen, wie sie sich aus den drei Saatstärken errechnet, angegeben.

Alle Sorten außer "SNABBE" haben die um 40 kg höhere N-Düngung mit nur geringen Mehrerträgen am Korn quittiert.

Die größte N-Wirkung zeigt in dieser Hinsicht die stark mehlaubefallene Sorte "REX" (Mehrertrag 5,4 dz/ha).

Noch weniger als auf die Kornerträge hat sich die N-Steigerung auf die

Erträge in dz/ha ATM

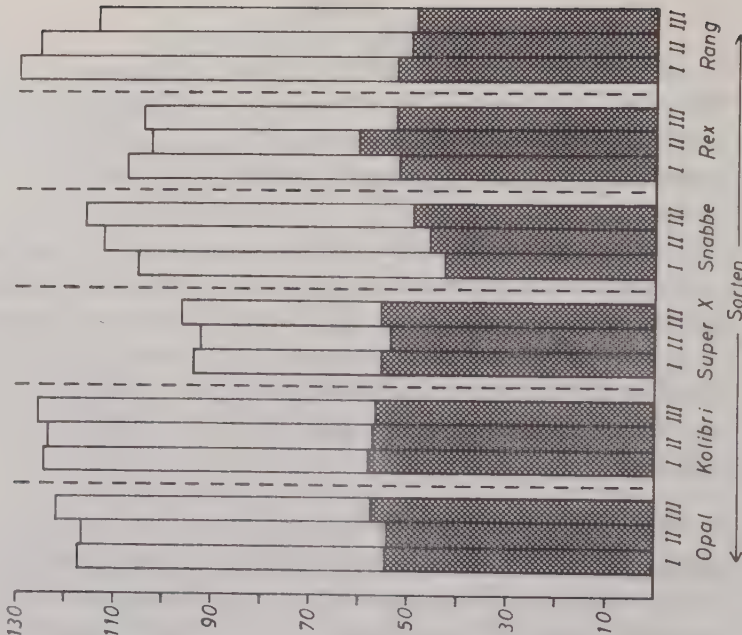
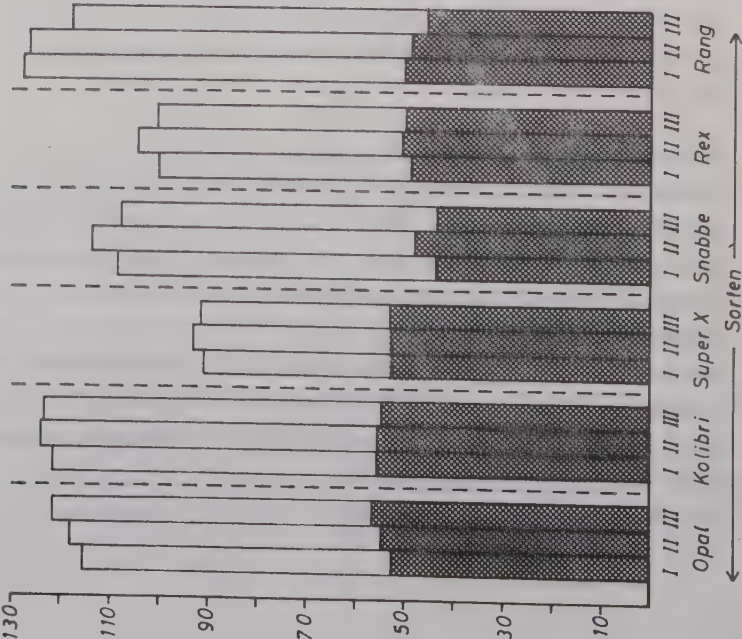
I = 400 kf. Kö./m²
 II = 500 kf. Kö./m²
 III = 600 kf. Kö./m²

Korn
 Stroh
 Korn +
 Stroh

 $N_1 = 80 \text{ kg/ha}$ $N_2 = 120 \text{ kg/ha}$

dz/ha

dz/ha



Stroherträge ausgewirkt. Offenbar hat somit erst die höhere, jahreszeitlich bedingte Temperatur zusammen mit den geringen Niederschlägen während der Kornbildungsphase eine differenzierte N-Wirkung gebracht, als die Strohproduktion bereits ihren Abschluß gefunden hatte. Die Gesamterträge spiegeln daher den Einfluß der N-Düngung auf die Kornerträge wider.

In der Tabelle 24 sind diese mittleren Kornerträge der N-Stufen, berechnet über die Saatstärken, noch einmal enthalten. Ferner wurde hier auch der mittlere Einfluß der Saatstärken, berechnet aus den beiden Düngungsstufen, angeführt sowie das Gesamtmittel des Kornertrages über alle Saatstärken und N-Stufen für jede Sorte berechnet. Letzteres gibt einen Eindruck über die mittlere Kornertragsleistung der Sorten und es zeigt sich, daß "KOLIBRI" in dieser Rangordnung mit 56,3 dz/ha an erster Stelle steht, dicht gefolgt von "OPAL", der nur um 1,3 dz/ha ungesichert schlechter ist. "SUPER X" mit 53,7 dz/ha zeigt schon einen deutlichen Abstand gegenüber diesen Sorten; es folgen "REX" und "RANG", und die geringsten Erträge werden von "SNABBE" geerntet (43,6 dz/ha).

Vergleicht man die Mittelерträge der N-Stufen über die Saatstärken und die der Saatstärken über die N-Stufen untereinander, so kann man feststellen, daß "OPAL" am stärksten durch die hohe Saatstärke (III) im Kornertrag gefördert wurde. "KOLIBRI" brachte in der höheren N-Stufe seinen höchsten Ertrag. "SUPER X" reagierte ebenfalls etwas auf die N-Düngung, während "SNABBE" wieder den oben schon beschriebenen günstigen Einfluß höherer Saatstärken erkennen läßt. "REX" wurde offenbar durch den Mehлтаubefall so stark beeinträchtigt, daß weder die N-Wirkung noch die Saatstärken sich auswirken konnten. "RANG" schließlich wurde durch die N-Wirkung etwas positiv beeinflusst, höhere Saatstärken wirkten sich jedoch auf diese Sorte ungünstig aus (vgl. auch Abb. 20).

Die varianzanalytische Verrechnung der Kornerträge des Versuches (s. Tab. 25) bestätigt, daß nur die sortenbedingte Varianz signifikant ist. Die Einflüsse von Düngung und Saatstärke sowie alle berechneten Wechselwirkungen sind statistisch nicht zu sichern.

Tabella 24:

Feldversuch Rauschholzhausen 1971

Sorten Mittel, N-Wirkung und Wirkung der Saatsärken
auf Korntrag, Bestandesdicke und Bestockungsfaktor

Sorte	Kornträge dz/ha						Zahl ährentragender Halme/m ²						Bestockungsfaktor					
	Mittelwert von						Mittelwert von						Mittelwert von					
	Ges.	N1 üb. Saatsärken	N2	I	II üb. N-Stufen	III	Ges.	N1 üb. Saatsärken	N2	I	II üb. N-Stufen	III	Ges.	N1 üb. Saatsärken	N2	I	II über N-Stufen	III
1 Opal	55,0	54,5	55,4	53,7	54,4	56,8	640	646	635	561	661	701	1,17	1,19	1,16	1,28	1,15	1,09
2 Kolibri	56,3	55,2	57,3	55,7	56,2	55,6	631	629	634	600	625	669	1,20	1,20	1,20	1,40	1,14	1,06
3 Super X	53,7	52,5	54,8	53,9	53,2	54,0	633	638	668	619	650	691	1,25	1,23	1,27	1,49	1,16	1,10
4 Snabbe	43,6	43,2	43,9	40,4	44,2	46,1	755	730	780	717	784	764	1,43	1,40	1,47	1,82	1,43	1,26
5 Rex	50,7	49,5	51,9	50,3	50,7	51,0	716	686	746	702	732	714	1,34	1,30	1,39	1,62	1,31	1,10
6 Rang	49,0	47,8	50,1	51,0	48,9	47,1	685	670	692	672	675	708	1,25	1,24	1,26	1,51	1,20	1,04

N₁ = 80 kg/ha

N₂ = 120 kg/ha

I = 400 keimfähige Körner/m²

II = 500 keimfähige Körner/m²

III = 600 keimfähige Körner/m²

Tabelle 25:

Feldversuch Rauischholzhausen 1971
Varianztabelle (Spaltanlage)

Nr.		SQ	FG	MQ	F-Test	abgelesen von F- Tabelle
1	Wiederholung (w)	1,26122	2	0,63061	0,781	4,10
2	Sorte (V)	15,06129	5	3,01226*	3,732	3,33
3	Fehler (a) = WV	8,07079	10	$S_A^2 = 0,80708$		
4	Düngung (D)	0,83706	1	0,83706	0,885	4,75
5	Sorten X Düngung(DV)	0,13885	5	0,02777	0,029	3,11
6	Fehler (b) = (WD + WDV)	1,13473	12	$S_B^2 = 0,94560$		
7	Saatstärken (S)	0,01473	2	0,00737	0,088	3,18
8	Sorten X Saatst. (SV)	1,33601	10	0,13360	1,610	2,02
9	Düngung X Saatst. (DS)	0,29529	2	0,14765	1,780	3,18
10	Düng. X Saatst. X Sor- ten = (DSV)	0,49785	10	0,04978	0,600	2,02
11	Fehler (C) = (WS+WSV+WDS+ WDSV)	3,98072	48	$S_C^2 = 0,08293$		
12	Gesamt	32,62854	107	$S_{ges.}^2 = 0,30493$		

* = gesichert bei p = 5 %

b) Ertragsanalyse

Die sehr geringe und statistisch nur in einem Falle gesicherte Wirkung der Saatstärken wirft die Frage auf, ob sich die unterschiedliche Zahl ausgesäter keimfähiger Körner je m^2 (400, 500, 600) auch auf die Bestandsdichte in der beabsichtigten Weise ausgewirkt hat, oder aber ob durch die Bestockung ein weitgehender Ausgleich der Bestandsdichte bewirkt worden ist. Wie aus der Tab. 24 abgelesen werden kann, ist die produktive Bestockung, d.h. Zahl ährentragender Halme pro m^2 im Mittel aller Varianten bei der Sorte "SNABBE", bei der gleichzeitig der geringste Kornertrag gefunden wurde, am höchsten gewesen, und umgekehrt weist "KOLIBRI" mit 631 ährentragenden Halmen pro m^2 die geringste mittlere Bestandsdichte auf, wobei gleichzeitig hier die höchsten Kornerträge gefunden wurden.

Durch die höhere N-Düngung ist die Zahl der ährentragenden Halme pro m^2 außer bei "OPAL" etwas gefördert worden, am deutlichsten bei "SNABBE" und "REX" um 50 bzw. 60 Ähren pro m^2 . Dementsprechend haben die Kornerträge in dieser N-Variante ebenfalls eine leichte Erhöhung erfahren, die mindestens zu einem Teil auf die höhere Bestandsdichte zurückgeführt werden kann.

Wie aus der Tabelle 26 zu ersehen ist, hat sich die höhere N-Gabe auch etwas positiv auf die Tausend-Korn-Gewichte ausgewirkt, womit eine weitere Ursache der durch N-Düngung bedingten Erhöhung der Erträge gegeben werden dürfte.

Die Saatstärken haben sich folgerichtig ebenfalls auf die Bestandsdichte ausgewirkt (s. Tab. 24), wobei jedoch gleichzeitig die niedrigste Saatstärke I regelmäßig einen höheren Bestockungsfaktor zur Folge hatte. Ebenso liegt der Bestockungsfaktor bei Saatstärke II wieder höher als in der höchsten Saatstärke III. Hierdurch ist eine gewisse Angleichung der Bestandsdichte zwischen den Saatstärken bedingt worden, zum Teil findet sich die höchste Bestandsdichte sogar in der mittleren Saatstärke II (s. "SNABBE" und "REX"). Wie aus der Abb. 21 ersichtlich ist, korreliert die höhere produktive Bestockung bei den Sorten "OPAL" und "SNABBE"

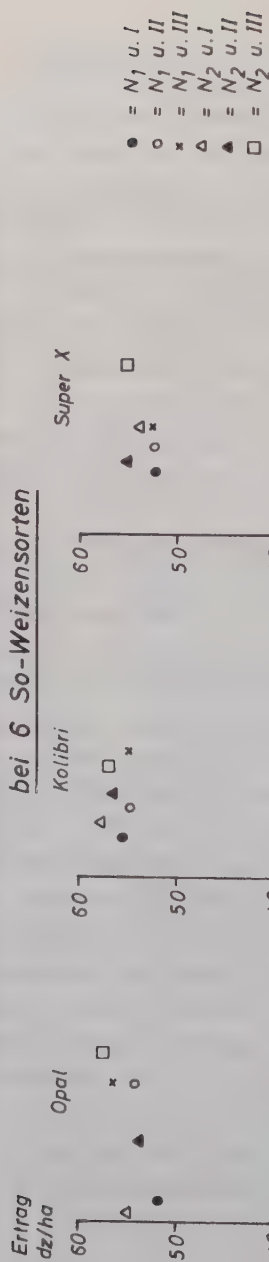
Tabelle 26:

Feldversuch Rautscholzhäusern 1971
 Düngungs- und Saatstärkeversuch mit verschiedenen Sommerweizensorten
 Ertragsanalytische Daten

Nr. Sorte	Dgg.- Stufe	Saat- stärke cm	Wuchs- höhe cm	Zahl äh-Be- rentr. je m ²	Ab- ren- stock- faktor	Gesamt- stufen- länge cm	Gesamt- zahl je			Zahl tauber Ähr- chen/Ähre			Korn- je Ähre	Korn- Stroh- Faktor
							Ähre	je	Ähre	Ges.	Spitze	Basis		
1 Opal	N ₁	I	113	569	1,31	7,3	15,8	4,3	1,5	2,8	25	40,2	0,84	
		II	111	690	1,20	7,4	16,6	4,1	2,1	2,0	27	40,0	0,86	
		III	108	681	1,06	7,2	16,1	3,8	0,6	3,0	25	40,0	0,87	
	N ₂	I	109	553	1,25	7,8	17,1	3,6	0,5	3,0	26	40,5	0,87	
		II	109	632	1,10	7,5	17,3	4,7	1,0	3,7	25	41,5	0,87	
		III	106	722	1,13	7,4	16,0	4,0	1,0	3,0	24	41,7	0,89	
2 Kolibri	N ₁	I	114	592	1,39	7,6	16,0	2,5	0,4	2,0	27	42,5	0,85	
		II	113	618	1,13	7,3	15,8	2,8	0,2	2,5	28	42,2	0,80	
		III	113	678	1,08	7,0	15,6	3,6	0,6	3,0	26	40,2	0,79	
	N ₂	I	112	608	1,41	7,8	16,0	2,0	0,2	1,8	28	41,2	0,87	
		II	111	634	1,15	7,8	17,0	2,9	0,3	2,6	24	41,0	0,85	
		III	111	660	1,04	7,4	15,8	3,0	0,5	2,4	25	41,2	0,81	
3 Super X	N ₁	I	93	616	1,50	6,9	13,3	1,5	0,7	0,8	24	35,0	1,35	
		II	94	641	1,14	6,9	13,8	2,2	0,5	1,7	24	35,5	1,30	
		III	92	659	1,06	7,0	14,3	2,5	0,5	2,0	23	35,2	1,36	
	N ₂	I	94	623	1,49	7,1	14,0	2,2	1,0	1,2	25	36,5	1,40	
		II	94	659	1,19	7,0	14,0	1,7	0,3	1,4	24	35,0	1,40	
		III	94	724	1,15	7,1	14,0	2,0	0,6	1,4	24	36,5	1,35	
4 Snabbe	N ₁	I	111	702	1,60	7,7	16,5	4,2	1,1	3,1	25	39,2	0,68	
		II	110	758	1,40	7,4	15,8	3,8	1,1	2,7	26	38,7	0,73	
		III	109	729	1,22	7,3	15,6	3,6	1,1	2,7	24	38,5	0,65	
	N ₂	I	110	733	1,64	7,9	16,5	3,4	1,2	2,2	24	40,5	0,67	
		II	111	810	1,47	7,5	15,6	3,6	1,2	2,4	24	39,5	0,69	
		III	108	799	1,30	7,3	15,5	3,4	1,0	2,4	24	36,7	0,74	
5 Rex	N ₁	I	100	660	1,55	6,8	14,5	2,2	0,6	1,6	25	37,7	0,95	
		II	99	733	1,31	6,9	14,1	1,3	0,5	0,8	26	38,0	0,94	
		III	98	666	1,05	6,5	14,3	1,8	0,5	1,3	26	37,7	0,98	
	N ₂	I	99	745	1,70	6,9	14,8	1,8	0,8	1,0	26	38,0	0,94	
		II	98	731	1,31	6,7	13,8	1,5	0,5	1,0	25	38,2	0,99	
		III	99	763	1,16	6,5	13,8	1,5	0,6	1,0	23	39,2	1,00	
6 Rang	N ₁	I	115	654	1,48	7,8	18,5	3,0	0,9	2,0	29	39,0	0,64	
		II	114	666	1,20	7,7	17,5	3,7	0,8	1,9	28	38,5	0,62	
		III	113	715	1,05	7,6	17,3	4,0	0,9	3,1	28	38,5	0,62	
	N ₂	I	113	691	1,54	8,2	17,8	3,7	1,8	1,9	27	39,0	0,67	
		II	112	684	1,21	7,7	17,5	4,2	1,6	2,6	27	36,7	0,65	
		III	111	702	1,03	8,1	17,0	3,9	1,4	2,5	26	38,2	0,76	

Kornertrag in Abhängigkeit von der Zahl ährentragender Halme

bei 6 So-Weizensorten

ährentragende Halme / m²

dz/ha

ährentragende Halme / m²

auch positiv mit der Höhe der Kornerträge. Bei den anderen Sorten kann keine Beziehung zwischen Bestandsdichte und Ertrag in Abhängigkeit von N-Düngung und Saatstärke gefunden werden.

In der Tab. 26 sind die ermittelten ertragsanalytischen Daten für die einzelnen Versuchsvarianten enthalten.

Aus ihnen ist abzulesen, daß mit zunehmender Saatstärke häufig etwas geringere Wuchshöhen festgestellt werden, was jedoch aufgrund der starken Lagerbildung und der damit verbundenen höheren Fehler nur mit Vorsicht gewertet werden kann. Die größten Wuchshöhen hatten die Sorten "RANG" und "KOLIBRI", die auch die höchsten Stroherträge gebracht haben.

Die höchste Zahl ährentragender Halme weist die Sorte "SNABBE" auf, worauf schon bei der Betrachtung der Mittelwerte (Tab. 24) hingewiesen wurde. Die anderen Sorten zeigen zwischen den Saatstärken innerhalb jeder N-Stufe ein sehr ähnliches Niveau der Bestandsdichte, so daß die in Tab. 24 gefundenen Differenzen zwischen den Mittelwerten bei der Betrachtung der Einzelwerte nur schwer aufzufinden sind.

Am deutlichsten und am regelmäßigsten sind die Werte des Bestockungsfaktors abhängig von den Saatstärken und von den N-Stufen, wobei auffällt, daß die Abnahme dieser Zahl mit zunehmender Saatstärke bei höherer N-Versorgung geringer ist als bei niedriger N-Versorgung. Die aus den Mittelwerten in der Tab. 24 berechnete N-Wirkung auf den Bestockungsfaktor dürfte im wesentlichen auf die Ergebnisse der höchsten Saatstärke III zurückzuführen sein.

Saatstärke und N-Düngung haben auf die Ährenlänge bei allen Sorten keinen signifikanten Einfluß gehabt.

Die kürzeste Ähre zeigen die Sorten "REX" und "SUPER X", wobei gleichzeitig "SUPER X" eine geringe mittlere Stufenzahl je Ähre hat. Somit ist die Ähre von "REX" als relativ kompakt zu bezeichnen, die von "SUPER X" als "locker". Bei den übrigen Sorten sind nur geringe Differenzen in der mittleren Stufenzahl je Ähre vorhanden, die weder zwischen

den Saatstärken der N_1 noch zwischen denen der N_2 signifikant erscheinen. Bei gleicher Saatstärke hat sich die höhere N-Düngung nicht signifikant ausgewirkt.

Die Zahl tauber Ährchen je Ähre ist sowohl bezüglich der Gesamtzahl als auch der Zahl an Spitze und Basis durch Düngung und Saatstärke nicht deutlich beeinflusst worden.

Lediglich zwischen den Sorten bestehen in Übereinstimmung mit der Gesamtzahl Ährchen/Ähre gewisse Unterschiede.

Wie schon in den oben beschriebenen Versuchen gefunden, scheinen auch hier hohe Gesamtstufenzahlen je Ähre zu einer stärkeren Rückbildung und Taubheit von Ährchen zu führen. So haben die Sorten "REX" und "SUPER X" mit nur 13,3 bis 14,8 Ährchen/Ähre gleichzeitig die niedrigste Zahl tauber Ährchen.

"RANG" mit Ährchenzahlen von 17,5 hat demgegenüber auch eine höhere Zahl tauber Ährchen. Nur "OPAL" und "SNABBE" zeichnen sich durch eine relativ größere Zahl rückgebildeter Ährchen an der Ährenbasis aus. Durch diese Wechselbeziehung zwischen Stufenzahl und Taubheit der Ähre sind die ausgeglichenen Kornzahlen je Ähre bedingt. Nur bei "RANG" ergibt sich bei einem Sortenvergleich eine höhere Kornzahl je Ähre, die signifikant ist.

Wider Erwarten hat die höhere N-Düngung nicht gleichzeitig auch zu höheren Tausend-Korn-Gewichten geführt. Diese dürfte auf das starke Lagern des Getreides in dem Versuch zurückzuführen sein. Ferner kann auch die bei der Betrachtung der Erträge vermutete N-Auswaschung durch die hohen Frühjahrsniederschläge hier mitgewirkt haben. "OPAL" und "KOLIBRI" sind die großkörnigsten der 6 Sorten, "SNABBE", "REX" und "RANG" nehmen mit 38,5 g eine Mittelstellung ein, während "SUPER X" mit 35 bis 36 g das niedrigste Tausend-Korn-Gewicht hat.

Hinsichtlich des Korn-Stroh-Faktors sind wiederum zwischen den Saatstärken bei gleicher N-Düngung keine Unterschiede zu finden. Bei den Sorten "SUPER X", "REX" und "RANG" deutet sich eine Verbesserung des Korn-Stroh-Verhältnisses durch die höhere N-Düngung an.

Somit kann zusammenfassend zu den ertragsanalytischen Daten gesagt werden, daß sich N-Düngung und Saatstärke nur in der Zahl ährentragen-der Halme und im Bestockungsfaktor ausgewirkt haben. Die hier gegebenen Differenzen blieben dagegen auf die Struktur der Ähre und die Kornbildung ohne Wirkung, so daß in dieser Richtung praktisch nur der Vergleich der Sorten im Mittel aller Behandlungen von Bedeutung ist. Dementsprechend wird auch bei den im folgenden zu beschreibenden Entwicklungsabläufen der Vergleich der Sorten im Vordergrund stehen.

c) Entwicklungsphysiologische Untersuchungen

In der Tab. 27 sind zunächst für alle Sorten, Saatstärken und N-Stufen die Entwicklungsstadien sowie die zu diesem Zeitpunkt an den gleichen Pflanzen festgestellten Halmzahlen sowie die Zahl der voll ausgebildeten Blätter angeführt. Dabei wurde 22 Tage nach dem Aufgang der Pflanzen ein Zeitpunkt erfaßt, zu dem die Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "SUPER X" sich kurz vor dem Beginn der Ährchenbildung ("A"), und die Sorten "SNABBE", "REX" und "RANG" sich in einem mehr oder weniger weit fortgeschrittenen "D"-Stadium befanden, also in der Entwicklung langsamer waren. Dieser unterschiedliche Entwicklungszustand wurde in der Tabelle durch ein Anfügen eines oder mehrerer (+) und (-)-Zeichen gekennzeichnet. Wie zu ersehen ist, ergab sich 22 Tage nach Aufgang zwischen den Saatstärken je Sorte kein deutlicher Unterschied. In der Stufe N₂ wurden bei "OPAL" Pflanzen festgestellt, die bereits das "A"-Stadium erreicht hatten. Bei den anderen Sorten ist kein Einfluß der N-Düngung auf die Entwicklung festzustellen, allenfalls wurden die Sorten "SUPER X" und "REX" geringfügig durch höhere N-Düngung verzögert.

Da jedoch ein mehr oder weniger weit fortgeschrittenes "D"-Stadium nicht so exakt festzustellen ist wie der Beginn einer neuen Entwicklungsphase, sind diese Unterschiede nur mit Vorsicht zu bewerten, zumal auch eine gewisse Variabilität der untersuchten Pflanzen in Rechnung zu

Tabelle 27:

Feldversuch 1971

Entwicklungs- und Wachstumsbeobachtungen zu 2 Zeitpunkten während der Vegetation
(vor und nach Erreichen des A-Stadiums)

Nr.	Sorte	Saat- stär- ken	22 Tage nach Aufgang N ₁ = 80(50+30)				26 Tage nach Aufgang N ₂ = 120(60+30+30)			
			Entw.	Halm- Stahl * zahl je Pflanze	ausgeb. Blatt- zahl * Stadium	Entw. Halm- Stahl * zahl je Pflanze	ausgeb. Blatt- zahl * Stadium	Entw. Halm- Stahl * zahl je Pflanze	ausgeb. Blatt- zahl * Stadium	ausgeb. Blatt- zahl * Stadium
1	Opal	I	A ⁻	2	3	A	2	3	3	3
		II	A ⁻	2	3	A	2	3	3	3
		III	A ⁻	2	3	A ⁻	2	3	3	3
2	Kolibri	I	D ⁺⁺	2	3	A ⁻	2	3	2	3
		II	A ⁻	2	3	A ⁻	2	3	3	3
		III	A ⁻	2	3	A ⁻	2	3	3	3
3	Super X	I	A ⁻	2	3	A ⁻	2	3	3	3
		II	A ⁻	2	3	A ⁻	2	3	3	3
		III	A ⁻	3	3	D ⁺	2	3	3	3
4	Snabbe	I	D ⁺	2	2	D ⁺	2	3	3	3
		II	D ⁺	2	3	D ⁺	2	3	3	3
		III	D ⁺⁺	3	3	D ⁺⁺	3	3	3	3
5	Rex	I	D ⁺⁺⁺	2	2	D ⁺⁺	3	3	2	3
		II	D ⁺⁺	2	3	D ⁺⁺	3	3	3	3
		III	D ⁺⁺⁺	2	3	D ⁺	2	3	3	3
6	Rang	I	D ⁺	2	3	D ⁺	2	3	3	3
		II	D ⁺	2	3	D ⁺	2	3	3	3
		III	D ⁺	2	3	D ⁺	2	3	3	3

* = Haupthalm + Nebentriebe

stellen ist. Es zeigt sich ferner, daß zu diesem Zeitpunkt die Pflanzen in der Regel einen Bestockungstrieb aufwiesen, nur "SNABBE" und "REX" hatten bei höherer N-Düngung schon zwei Bestockungstriebe. Die Zahl der ausgebildeten Blätter betrug in allen Varianten regelmäßig drei, woraus bei einem Vergleich zwischen den Sorten, besonders wenn man die Sorte "OPAL" und "RANG" vergleicht, ersichtlich ist, daß die vegetative Entwicklung (hier Blatt und Bestockung) keinen Schluß auf das Entwicklungsstadium zuläßt. Zu ähnlichen Ergebnissen waren schon N. RAY und B. BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1969) bei den Untersuchungen von Sommergerste gekommen.

26 Tage nach Aufgang hatten alle 6 Sorten den Beginn des Stadiums "A" bereits hinter sich (siehe rechte Hälfte der Tab. 27), dabei ist "RANG" wiederum am wenigsten in der Entwicklung fortgeschritten, während "SUPER X" jetzt die Sorte "OPAL" eingeholt bzw. in der N_1 offenbar überholt hat.

Die Unterschiede, die sich aus der Zahl der zu diesem Zeitpunkt ausdifferenzierten Ährchen ergeben, sind jedoch allgemein auch jetzt noch recht gering und können als nicht gesichert betrachtet werden. Mit der fortgeschrittenen Entwicklung ist gleichzeitig eine höhere Bestockung festgestellt worden (s. Halmzahl/Pflanze). Bei der Sorte "SNABBE" finden sich jetzt bereits 3 Bestockungstriebe, d. h. vier Halme je Pflanze. Diese Sorte war schon vorher als diejenige mit der höchsten Bestandsdichte festgestellt worden (s. Tab. 26).

Die Blattzahl hat sich in den vier Tagen noch nicht geändert, obwohl die Entwicklung der Ähre deutlich fortgeschritten ist. Ein Einfluß von Saatstärke und N-Düngung ist auch jetzt noch nicht festzustellen, wenn man davon absieht, daß "SUPER X" in der niedrigsten N-Stufe offenbar etwas weiter in der Entwicklung der Ähre war als in der N_2 .

Wieder 6 Tage später, d. h. 32 Tage nach Aufgang haben alle Sorten bereits das Stadium "B" erreicht (s. auch Tab. 28).

Bei "RANG" deutet sich wieder die schon von Anfang an festgestellte Entwicklungsverzögerung an. Die Halmzahl je Pflanze ist gegenüber dem

Tabelle 28:

Feldversuch 1971
Entwicklungs- und Wachstumsbeobachtungen im Laufe der Vegetation

Nr. Sorten	Saatstärke	Tage nach Aufgang: 32									
		N ₁ = 80 (50+30) kg/ha					N ₂ = 120 (60+30+30) kg/ha				
		Entw. - Stadium	Halmzahl je Pflanze	Schoßhöhe(cm)	echte Ähre(mm)	ausgeb. Blattzahl	Gesamtstufen	Stufen v. "B"	Zahl d. Knoten		Zahl d. Knoten
1 Opal	I	B	4	3,3	3,0	4	18	10	1		1
	II	B	2	3,6	3,1	4	18	10	1		1
	III	B	2	2,8	2,3	4	16	6	1		1
2 Kolibri	I	B	3	1,9	2,2	3	14	4	1		1
	II	B	3	1,8	2,3	3	14	6	1		1
	III	B ⁻	3	1,6	2,2	3	16	-	1		1
3 Super X	I	B	3	2,3	2,4	3	12	10	1		1
	II	B	3	3,7	2,7	3	14	10	1		1
	III	B	3	3,1	2,9	3	14	8	1		2
4 Snabbe	I	B	4	1,5	2,2	3	16	8	1		1
	II	B	4	2,0	2,1	3	14	8	1		1
	III	B	4	1,6	2,3	3	14	8	1		1
5 Rex	I	B	4	2,1	2,5	3	14	10	1		1
	II	B	3	1,4	2,3	3	14	8	1		1
	III	B	3	3,0	2,2	3	12	8	1		1
6 Rang	I	B ⁻	4	1,8	2,1	3	16	-	1		-
	II	B ⁺⁺⁺	3	0,7	2,1	3	16	6	1		1
	III	A	3	0,5	1,7	3	16	-	-		1

* = Haupthalm + Nebentriebe

echte Schoßhöhe = Der Abstand vom ersten Knoten bis Ansatz des Vegetationskegels
Länge der Ähre (Kegellänge) = gemessen von Kegelspitze bis zur Kegelbasis

vorhergehenden Untersuchungstermin nur bei "SNABBE" und hier wiederum nur bei der N_2 etwas angestiegen. Alle anderen Sorten haben in diesem Zeitraum keine weiteren Bestockungstriebe angelegt. Die ausgebildeten Blätter betragen ebenfalls nur drei, wie schon 26 Tage nach Aufgang gefunden. Auch hier gibt es wieder eine Ausnahme: "OPAL" befindet sich in der niedrigen N-Stufe (N_1) bereits im 4-Blatt-Stadium.

Zu diesem Zeitpunkt wurden die Pflanzen auch hinsichtlich der echten Schoßhöhe ⁺), der Länge der angelegten Ähren, der Zahl der angelegten Stufen insgesamt sowie der Stufen, die sich im "B"-Stadium befanden, untersucht. Ferner wurde die Knotenzahl, die am Halm fühlbar war, notiert.

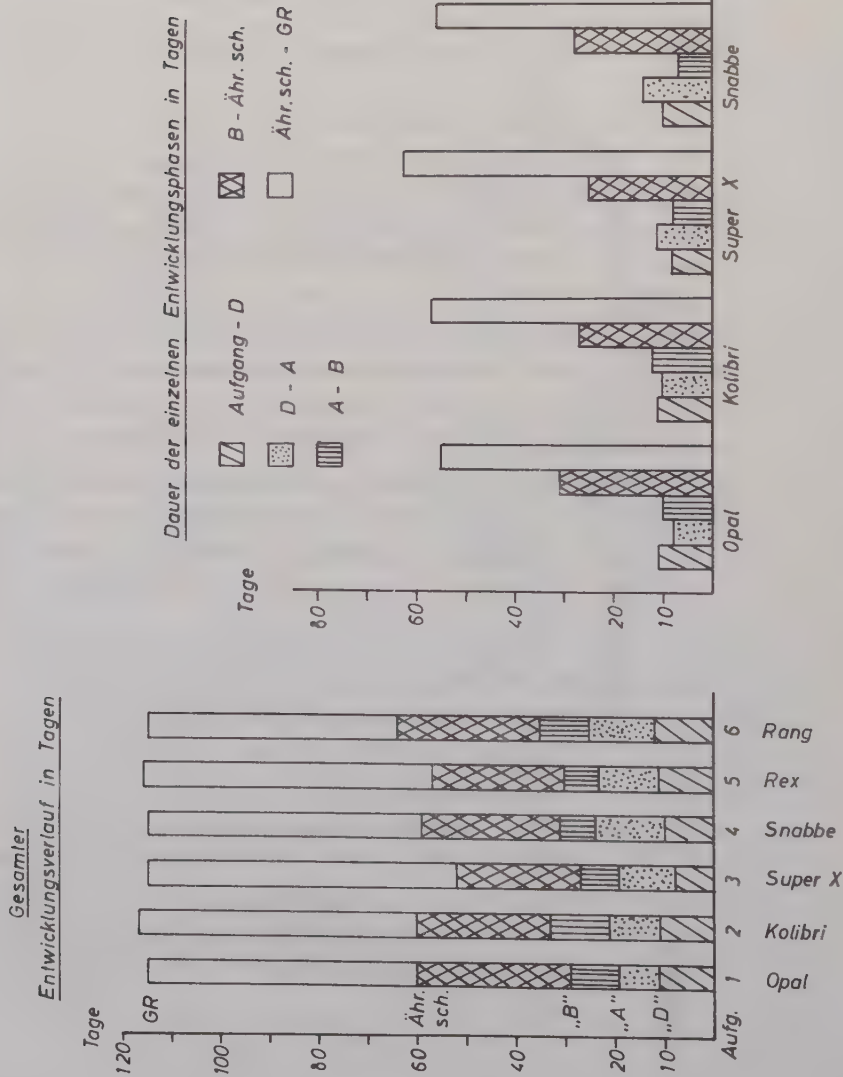
Die echte Schoßhöhe war in der N_1 bei "OPAL" und "SUPER X" mit über 3 cm deutlich größer als bei den anderen Sorten, und bei "RANG" mit unter 1 cm am geringsten. In der N_2 wurde bei "OPAL" ein etwas geringerer Wert festgestellt, bei den übrigen Sorten sind die Differenzen zwischen den N-Stufen unbedeutend. Auffallend ist lediglich, daß "RANG" mit der langsamsten Entwicklung auch in diesem Wachstumsmerkmal hinter den anderen Sorten zurückbleibt. Die Länge der Ähre beträgt bei allen Sorten 2 bis 2,8 mm, wobei sich auch hier keine Einflüsse von N-Düngung und Saatstärken feststellen lassen. Nur "OPAL" in der N_1 und "SUPER X" in der N_2 weichen etwas von den anderen Sorten ab, wobei "OPAL" gleichzeitig die Höchstzahl angelegter Stufen je Ähre aufweist. Bei "SUPER X" liegt diese Zahl nicht höher als bei den anderen Sorten, worin schon jetzt die bei der Betrachtung der ertragsanalytischen Daten festgestellte "Lockerheit" der Ähre dieser Sorte zum Ausdruck kommt. Überraschend ist, daß "RANG" eine relativ hohe Stufenzahl aufweist, obwohl diese Sorte in der Länge der Ähre sowie hinsichtlich der echten Schoßhöhe hinter den anderen Sorten zurückbleibt. Auch an der reifen Ähre war bei dieser Sorte schon eine höhere Stufenzahl festgestellt worden (s. Tab. 26).

⁺) der Abstand vom ersten Knoten bis Ansatz des Vegetationskegels

Entsprechend den Entwicklungsstadien hatte "RANG" aber nur in einem Fall schon Ährchen aufzuweisen, die sich im "B"-Stadium befanden. Am weitesten fortgeschritten waren in dieser Richtung wieder die Sorten "OPAL" und "SUPER X", während "KOLIBRI" in dieser Hinsicht eine gewisse Verzögerung in der Entwicklung zeigt, die jedoch nicht mit der von "RANG" zu vergleichen ist. Die Zahl der fühlbaren Nodien am Hauptstängel betrug durchweg 1, auch wieder mit einer Ausnahme bei "SUPER X", wo die Zahl der Knoten bereits auf 2 gestiegen war.

Somit kann aus diesen eingehenden Entwicklungs- und Wachstumsbeobachtungen noch einmal der eindeutige Schluß gezogen werden, daß sich anhand der makroskopischen Wachstumsbeobachtungen keine Schlüsse auf den Entwicklungszustand der Ähre ziehen lassen. Selbst die Größe der sich entwickelnden Ähre hinsichtlich Stufenzahl und Länge läßt keinen Schluß auf den Entwicklungszustand zu. Die naheliegende Vermutung, daß bei einer Verzögerung der Entwicklung - hier der Beginn der Blütenbildung - die Ausbildung einer hohen Ährchenzahl begünstigt wird, läßt sich an diesem Beispiel nicht allgemein bestätigen und kann nur für die Entwicklungsbeeinflussung einer Sorte bestehen bleiben. An diesem Versuch kann gezeigt werden, daß eine "frühere" Sorte wie "OPAL" mit schneller Entwicklung ebenfalls eine hohe Stufenzahl ausbilden kann wie eine Sorte, die spät ist und eine langsame Entwicklung aufweist, hier z. B. "RANG".

Da in diesem Versuch keine signifikanten Unterschiede in der Entwicklung durch unterschiedliche Saatstärken und den N-Stufen gefunden wurden, sind in der Tab. 29 und Abb. 22 nur die Entwicklungsabläufe für die sechs untersuchten Sorten wiedergegeben. Hiernach ist die Sorte "SUPER X" schon mit dem Erreichen des "D"-Stadiums deutlich früher, und die Sorte "RANG" etwas später als die anderen Sorten. Bereits das "A"-Stadium wird auch in der Sorte "OPAL" genau so früh erreicht wie in der Sorte "SUPER X". In der "Blütenbildung" ist "RANG" weiterhin die späteste Sorte, ebenso wie beim "Ährenschieben", und "SUPER X" wiederum früher als die anderen Sorten. Die Gelbreife dagegen wurde nur mit

Entwicklungsbeobachtungen

geringen Unterschieden nach 115 bzw. 117 Tagen Vegetationszeit festgestellt, woraus sich besonders im Hinblick auf die Kornbildungsphase (Ährenschieben bis Gelbreife) deutliche Unterschiede für "SUPER X" und "RANG" ergeben: Diese Phase ist bei der sonst frühen Sorte "SUPER X" mit 63 Tagen am längsten und bei der späten Sorte "RANG" mit 51 Tagen am kürzesten.

Dieser unterschiedliche Rhythmus in der Länge der einzelnen Phasen hat offenbar in stärkerem Maße ausgleichend auf die Kornertragsbildung gewirkt.

Die in dem früheren Entwicklungsstadium gefundene Frühzeitigkeit der Sorte "SUPER X" und die relativ lange Kornbildungsphase bestätigen gleichzeitig nochmals die oben beschriebenen Ergebnisse der Gefäßversuche.

d) Stickstoffaufnahme

Aufgrund der an der Erntesubstanz durchgeführten Analysen auf den N-Gehalt der Pflanzen (s. Tab. IV im Anhang) wurden die in der Tabelle 30 angeführte N-Aufnahme und Verwertungszahl errechnet. Besonders am Beispiel der Sorte "KOLIBRI" läßt sich zeigen, daß die durch die N-Düngung bedingte höhere N-Aufnahme durch Gesamt (Korn und Stroh) vorwiegend durch das Korn erfolgte. Die Unterschiede in der N-Aufnahme in dem Stroh sind verhältnismäßig gering, besonders in der Saatstärke III bei der höchsten Bestandsdichte. Dies bestätigt die schon mehrfach vermutete witterungsbedingte späte N-Wirkung. Darüber hinaus errechnen sich bei einer maximalen N-Aufnahme in der N_1 durch die Sorte "RANG" von 156 kg/ha Stickstoff-Lieferungen vom Boden in Höhe von 76 kg und in der N_2 in der gleichen Variante von 64 kg/ha N, was als verhältnismäßig hoch bezeichnet werden kann. Hieraus ist der Schluß zu ziehen, daß eine hohe N-Lieferung des Bodens ebenfalls ausgleichend auf die beabsichtigte Düngungsdifferenz gewirkt hat, woraus sich besonders die zwischen den N-Stufen festgestellten geringen Unterschiede zwischen den Stroherträgen erklären.

Tabelle 30:

Feldversuch 1971

Stickstoff-Aufnahme und Verwertung in kg/ha durch Korn und Stroh und Gesamt
in 2 N-Stufen und 3 Saatsstärken

Nr. Sorte	Saat- stärke	Aufnahme			Verwertung			Aufnahme			Verwertung		
		Korn	Stroh	Korn Stroh	Korn	Stroh	Korn Stroh	Korn	Stroh	Korn Stroh	Korn	Stroh	Korn Stroh
		$N_1 = 80 (50 + 30) \text{ kg/ha}$			$N_2 = 120 (60 + 30 + 30) \text{ kg/ha}$								
1 Opal	I	106,7	27,0	133,7	49,2	232,5	86,3	116,6	33,4	150,0	46,9	187,4	78,3
	II	108,7	31,6	140,3	50,3	200,3	84,1	116,6	39,3	155,9	46,4	158,2	74,5
	III	116,6	28,6	145,2	48,3	227,9	83,7	128,0	33,7	161,7	44,7	271,3	75,1
2 Kolibri	I	125,6	25,6	151,2	44,4	255,8	80,2	141,0	29,3	170,3	41,2	226,9	73,3
	II	120,1	26,9	147,0	45,9	235,3	84,3	138,3	29,2	167,5	41,3	226,7	73,8
	III	122,6	29,2	151,8	44,5	235,6	81,2	138,7	30,6	169,3	40,8	226,4	74,2
3 Super X	I	114,7	20,8	135,5	45,7	185,0	67,1	123,5	22,0	145,5	44,7	174,0	64,5
	II	108,8	17,4	126,2	48,1	233,3	73,7	125,4	21,0	146,4	42,9	182,3	63,1
	III	115,1	21,5	136,6	45,7	179,5	66,8	127,9	24,9	152,8	43,2	164,6	62,9
4 Snabbe	I	107,0	29,1	136,1	40,9	222,3	79,8	108,5	39,3	147,8	38,9	160,0	71,1
	II	115,2	34,4	149,6	41,6	190,9	76,1	118,5	35,8	154,3	38,6	184,9	72,7
	III	104,8	33,4	138,2	41,2	192,8	77,8	127,6	43,6	171,2	38,4	152,0	67,5
5 Rex	I	115,1	21,8	136,9	42,2	235,3	72,9	133,2	27,3	160,5	39,1	203,6	67,3
	II	113,9	25,2	139,1	44,2	213,0	74,9	150,4	27,5	177,9	39,8	187,6	57,6
	III	115,4	26,4	141,8	42,9	190,9	70,6	130,4	28,3	158,7	40,2	181,9	65,4
6 Rang	I	117,5	38,6	156,1	42,7	201,5	81,7	132,7	51,0	184,7	39,3	152,1	68,4
	II	115,5	41,0	156,5	41,9	190,7	80,9	119,9	39,3	159,2	41,2	193,8	79,0
	III	104,3	34,1	138,4	43,4	212,6	85,1	120,0	37,1	157,1	40,6	174,1	72,2

I = 400 K.f. Körner/m²II = 500 K.f. Körner/m²III = 600 K.f. Körner/m²

Hinsichtlich der N-Verwertung durch Korn ergeben sich bedingt durch die höheren Aufnahmen bei nur wenig beeinflussten Erträgen etwas niedrigere Werte in der höheren N-Stufe, was jedoch allgemein bei hoher N-Düngung die Regel ist. Zwischen den Saatstärken je Sorte sind keine wesentlichen Differenzen zu finden. Das gleiche trifft für die N-Verwertung durch Stroh zu. -

Bei einem Vergleich der Sorten finden sich bei "SNABBE" die schlechtesten Stickstoffverwertungszahlen durch Korn bei Aufnahmezahlen, die wesentlich weniger von den anderen Sorten abweichen. Somit kann die schlechte Kornertragsbildung nicht auf dem Faktor N beruhen, sondern muß auf andere Einflüsse zurückgeführt werden.

In der Verwertung durch Stroh schneiden erwartungsgemäß die kurzstrohigen Sorten "SUPER X" und "REX" am schlechtesten ab. Hierdurch bedingt ergeben sich bei diesen auch die niedrigsten Verwertungszahlen für "Korn und Stroh". -

Zusammenfassend ist festzustellen, daß sich das Bild der N-Aufnahme- und Verwertungszahlen in das der Erträge und der anderen Versuchsdaten einpaßt, und daß sie nichts Wesentliches zur Frage der Entwicklung beitragen können. Die oben mehrfach ausgesprochene Vermutung, daß die fehlende N-Wirkung auf den Verlauf der N-Verfügbarkeit in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf zurückzuführen ist, und daß der Stickstoff zum großen Teil erst spät von den Pflanzen aufgenommen wurde, bestätigt sich durch die relativ hohen Aufnahme- und schlechten Verwertungszahlen.

III. Diskussion

Über die Reaktion von Sommerweizen und insbesondere von Sommerweizenvarietäten hinsichtlich der vegetativen und generativen Pflanzenentwicklung sind in der Literatur zahlreiche Ergebnisse veröffentlicht worden. Ein Teil dieser Autoren und ihre Arbeiten wurde bereits einleitend in dieser Arbeit erwähnt, ferner wurde auch bei der Darstellung der Ergebnisse auf die entsprechenden Veröffentlichungen Bezug genommen. Grundsätzlich ist zu diesen Ergebnissen zu bemerken, daß sie sich vorwiegend mit dem Einfluß der Tageslängen und der Temperaturen auf bestimmte Abschnitte der generativen Entwicklung beschränken. Es ist ferner festzustellen, daß die in der Natur stets zu findenden jahreszeitlich bedingten Änderungen der wirksamen Temperaturen und Tageslängen nicht berücksichtigt wurden, und im allgemeinen nur mit einem Temperatur- und Tageslängenzustand während des jeweils untersuchten Entwicklungsabschnittes experimentiert worden ist. Diese Arbeitsweise, die besonders durch die Benutzung künstlicher Klimazustände, wie sie in Klimakammern erzeugt werden, möglich geworden ist, hat den Vorzug der eindeutigen, aus den Ergebnissen abzulesenden Aussage. Die Übertragung der Resultate auf natürliche Umweltbedingungen ist jedoch problematisch, da mit dem Auftreten von Wechselwirkungen zu rechnen ist, und es nicht gleichgültig erscheint, ob z. B. ein langer Tag während der Kornbildungsphase die gleiche Wirkung auf den Weizen hat, wenn diesem langen Tag in den früheren Entwicklungsphasen ein kürzerer oder längerer vorausgegangen ist.

In den in dieser Arbeit dargestellten Experimenten wurde dagegen mit naturähnlichen Folgen verschiedener Temperaturen und Tageslängen vom Aufgang der Pflanzen bis zur Reife gearbeitet, und es wird im folgenden unter anderem geprüft, inwieweit die so gewonnenen Ergebnisse mit denen vergleichbar sind, die in der Literatur angegeben sind.

J.A. RIDELL, G.A. GRIES und F.W. STEARNS (1958), J.A. RIDELL und GRIES (1958a) und RIDELL und GRIES (1958b) untersuchten die Wir-

kung der Photoperiode, der Temperatur in Abhängigkeit von der Photoperiode sowie Fragen der Vernalisation auf den Eintritt der Determination sowie auf den Blühbeginn von Sommerweizen. Neben der Untersuchung der Entwicklungszeit wurde von ihnen als phänologisches Merkmal der Pflanzen die Anzahl der gebildeten Nodien herangezogen. Die Nodienzahl steht dabei insofern in Beziehung zu der Zeit bis zur Determination, als während dieser vegetativen Phase sich nur Blätter (Knoten) entwickeln und diese um so zahlreicher gebildet werden können, je länger die vegetative Phase ist. Diese Beziehung tritt in den Ergebnissen von RIDELL auch deutlich in Erscheinung, allerdings ist zu bemerken, daß von den vier untersuchten Sorten zwei ("WARDEN" und "CHINESE") extrem spät sind und in dem günstigsten Fall erst 32 Tage nach Aufgang das Stadium "A" erreichten. Bei diesen Sorten ist die Beziehung der Phasenlänge zur Nodienzahl dann auch besonders deutlich. Sie stützt Ergebnisse der durch die Untersuchungen am Vegetationspunkt festgestellten Entwicklungszeiten. In den Ergebnissen zeigen sich kurze Tage deutlich entwicklungsverzögernd und ferner kann an zwei Tageslängen-Behandlungen nachgewiesen werden, daß eine 24-Stunden-Photoperiode mit beständig hoher Lichtintensität den gleichen Einfluß auf die Entwicklung der Sorten hat wie ein 24-Stunden-Tag, bei dem 16 Stunden hohe Lichtintensität von 8 Stunden niedriger Lichtintensität gefolgt wurden. Die gleichen Ergebnisse wurden im 16-Stunden-Tag gefunden, wo ebenfalls 8 Stunden volle Lichtintensität die gleichen Einflüsse auf die Entwicklung hatten wie beim 8 - 8-Stunden-Tag (8 Stunden Schwachlicht).

Die genannten Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit denen der in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen. Im Gefäßversuch 2/1972 hatten sich lange Tageslängen, die zum Teil mit Schwachlicht erzeugt wurden, hinsichtlich der Entwicklung so ausgewirkt, daß die Ergebnisse mit der Wirkung langer Tage bei voller Lichtintensität verglichen werden konnten.

Somit handelt es sich um eine qualitative Wirkung der Photoperiode.

Die von RIDELL und Mitarbeitern benutzten "frühen" Sommerweizensorten "PROGRESS" und "W. FEDERATION 38", die in den Entwicklungszeiten mit denen der in dieser Arbeit verwendeten Sorten annähernd vergleichbar

sind, haben ferner auf den Tageslängenunterschied zwischen 16 und 24 Stunden nur schwach hinsichtlich des Eintritts der Determination reagiert, erst der 8-Stunden-Tag brachte eine deutliche Verzögerung. Auf das spätere Entwicklungsstadium der Blüte war dagegen ein deutlich abgestufter Entwicklungseinfluß in Form einer zunehmenden Verzögerung von 24- über den 16- zum 8-Stunden-Tag hin zu beobachten. In den in dieser Arbeit beschriebenen Versuchen konnte ebenfalls ein Einfluß der Tageslänge auf den Beginn von "D" nicht deutlich festgestellt werden, wenn auch die benutzten Tageslängen nur zwischen 12 und 16 Stunden variierten. Ähnliche Ergebnisse fand schon ALLEWELDT (1956), so daß festgestellt werden kann, daß die Phasenlänge von Aufgang bis Determination durch die Tageslänge bei einer Sorte nur wenig beeinflusst wird, daß aber Unterschiede zwischen den Sorten bestehen.

Erst die späteren Entwicklungsphasen lassen den Einfluß unterschiedlich langer Photoperioden deutlich in Erscheinung treten.

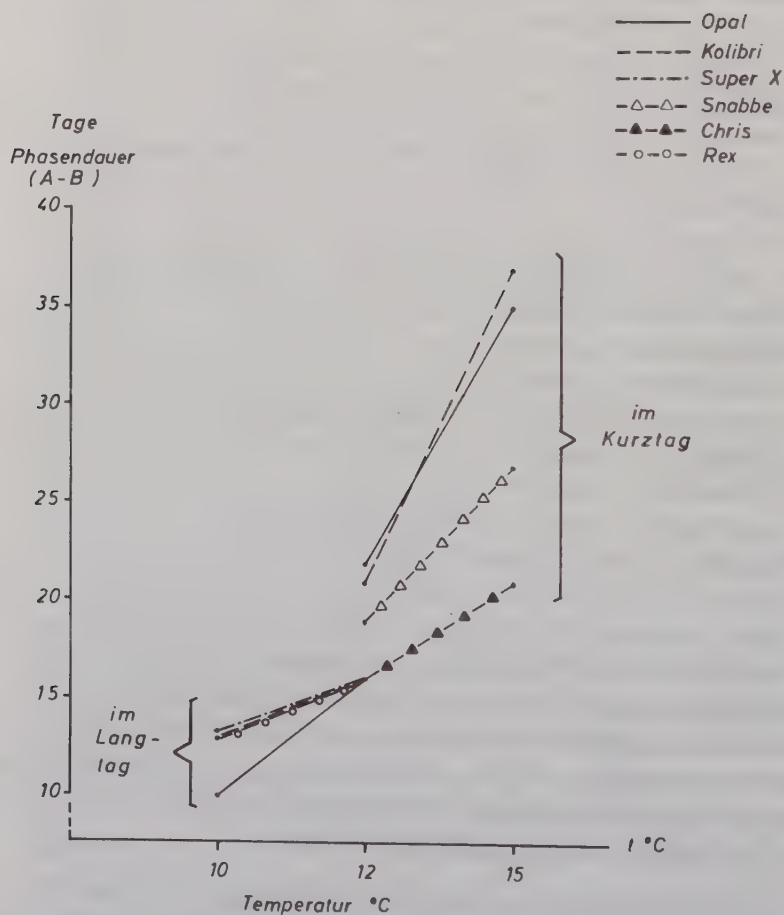
Hinsichtlich der Wirkung der Temperatur fanden RIDELL und GRIES bei den Sorten "W. FEDERATION 38" und "CHINESE" deutliche Interaktionen zur Photoperiode, wobei die verzögernde Wirkung hoher Temperaturen im kürzeren Tag (8 und 12 Stunden Photoperiode) auf die Ährchenbildung besonders deutlich hervortrat. Die Zeit von "Ährchenbildung bis Blüte" wurde dagegen durch die zunehmende Temperatur, besonders bei "W. FEDERATION 38", deutlich verkürzt, so daß schließlich durch einen Temperaturunterschied von 70°F zu 80°F ($=21,1^{\circ}$ zu $26,7^{\circ}\text{C}$) die Gesamtzeit von Aufgang bis zur Blüte im 20-Stunden-Tag verkürzt, im 16-Stunden-Tag nicht beeinflusst und im 12- und 8-Stunden-Tag verlängert wurde. Die Sorte "CHINESE" zeigte diese temperaturbedingte Verzögerung der Entwicklung "Aufgang bis Blüte" unter allen Tageslängenbedingungen (20, 16, 12, 8-Stunden-Tag), und zwar zunehmend stark bei einer Temperaturerhöhung von 60°F ($=15,6^{\circ}\text{C}$) über 70° zu 80°F . Dementsprechend wurde die Entwicklungsrate durch zunehmende Tageslänge regelmäßig erhöht und durch höhere Temperaturen bei Tageslängen von weniger als 16 Stunden ("W. FEDERATION 38") bzw. weniger als 20 Stunden ("CHINESE") gesenkt. Zwischen den beiden Sorten bestanden somit hinsichtlich der Tageslängen-

reaktion graduelle Unterschiede, hinsichtlich der Temperaturreaktion unterschiedliche Wechselwirkungen zur Tageslänge. In dem oben beschriebenen Gefäßversuch 1971 konnte mit Ausnahme bei der Sorte SUPER X unter den Bedingungen des kurzen Tageslängenganges ebenfalls eine Verlängerung der Entwicklungszeit "Aufgang bis Blütenbildung" durch höhere Temperaturen festgestellt werden, besonders deutlich bei den Sorten "KOLIBRI" und "OPAL" (s. Tabelle 8 und Abbildung 23). Dies steht ebenfalls im Einklang mit im 13-Stunden-Tag gefundenen Ergebnissen von B. BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1971). Sie hat ihre Ursache in der Verlängerung der Phase "A" bis "B". Allerdings ist dabei zu bemerken, daß die Temperaturen hier nicht die Höhe erreichten, wie sie im Experiment von RIDELL und GRIES angewandt wurden. Eine ebenfalls die Entwicklungsphase "A bis B" verzögernde Wirkung höherer Temperaturen findet sich auch unter Langtagbedingungen beim Vergleich zwischen "kühlen" und "normalen" Temperatur-Verhältnissen des Gefäßversuchs 1/1971, und zwar bei den Sorten "OPAL", "KOLIBRI", "REX" und hier auch bei "SUPER X" (s. Abbildung 23). Da ein entsprechender Vergleich bei mittleren Tageslängenverhältnissen nicht angestellt werden kann, kann nur vermutet werden, daß das die Entwicklungsphase "A bis B" verzögernde Temperaturniveau um so niedriger liegt, je länger die Photoperiode ist (s. Abb. 23). In den früheren Entwicklungsphasen "Aufgang bis D" und "D bis A" dagegen konnten keine oder nur beschleunigende Temperaturwirkungen beobachtet werden. Somit kann festgestellt werden, daß diese verzögernde Temperaturwirkung vor allem auf die Phasenlänge "A - B" gegeben ist. In Abhängigkeit von den Sorten und bei Tageslängen und Temperaturen, die sich im Laufe der Vegetation ändern, ist die Höhe der so wirksamen Temperatur ebenfalls verschieden und kann sowohl im "warmen", "normalen" oder im "kühlen" Bereich liegen.

Die positive Abhängigkeit der Entwicklungsrate^{†)} von der Tageslänge läßt sich aus den Abbildungen 24 und 25 für die Phasen "Aufgang bis A", "B bis Ährenschieben" und "Ährenschieben bis Gelbreife" gut bestätigen, wobei festgestellt werden kann, daß diese Abhängigkeit in den Entwick-

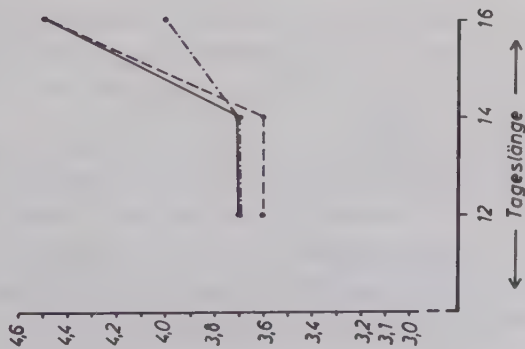
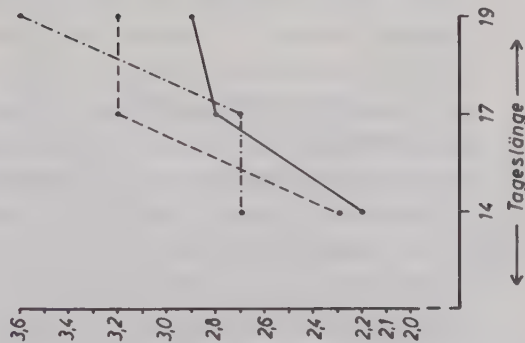
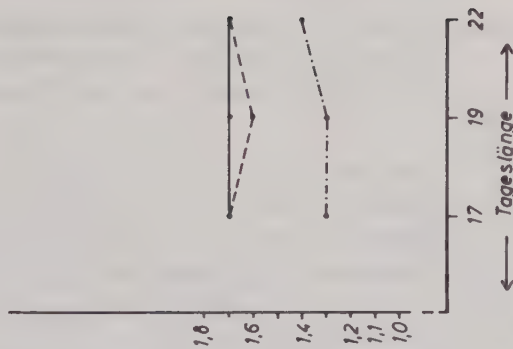
†) $\text{Entwicklungsrate} = 100 : X$

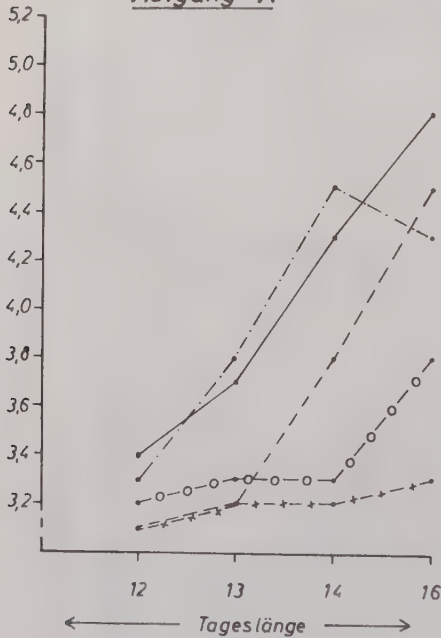
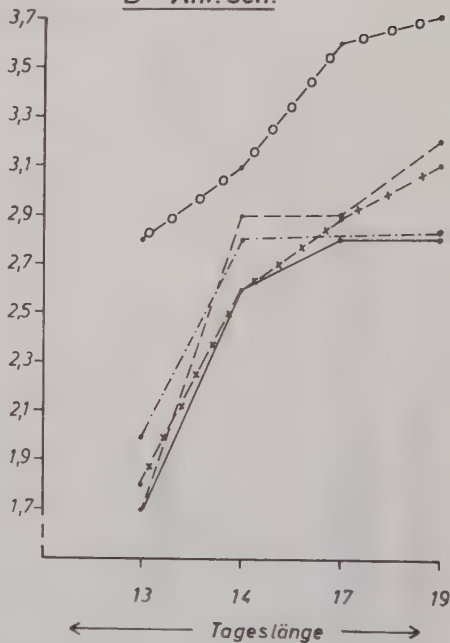
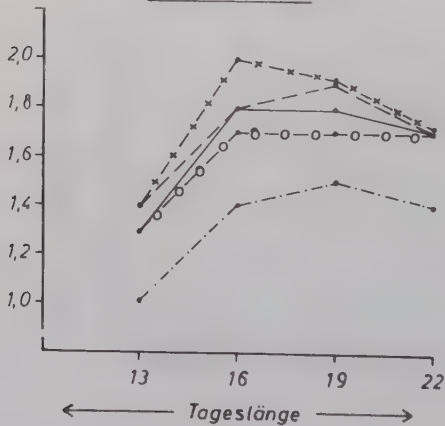
Abhängigkeit der Phasendauer (A-B)
von höheren Temperaturen



Entwicklungsrate in Abhängigkeit von Tageslänge

- Opal
 - - - - - Kolibri
 - · - · - Super X

Aufgang - AEntwicklungs-
rateB - Ähr. sch.Ähr. sch. - GR

Entwicklungsrates in Abhängigkeit von TageslängeEntwicklungs-
rateAufgang - AEntwicklungs-
rateB - Ähr. sch.Entwicklungs-
rateÄhr. sch. - GR

- • — Opal
- - - • - Kolibri
- · - · - Super X
- x - x - Orca
- o - o - Florence

lungsabschnitten "Aufgang bis A" und "B bis Ährenschieben" stärker ist als im Abschnitt "Ährenschieben bis Reife", wo Tageslängen von mehr als 16 Stunden die Entwicklungsrate nur wenig, zeitweise sogar negativ beeinflussen.

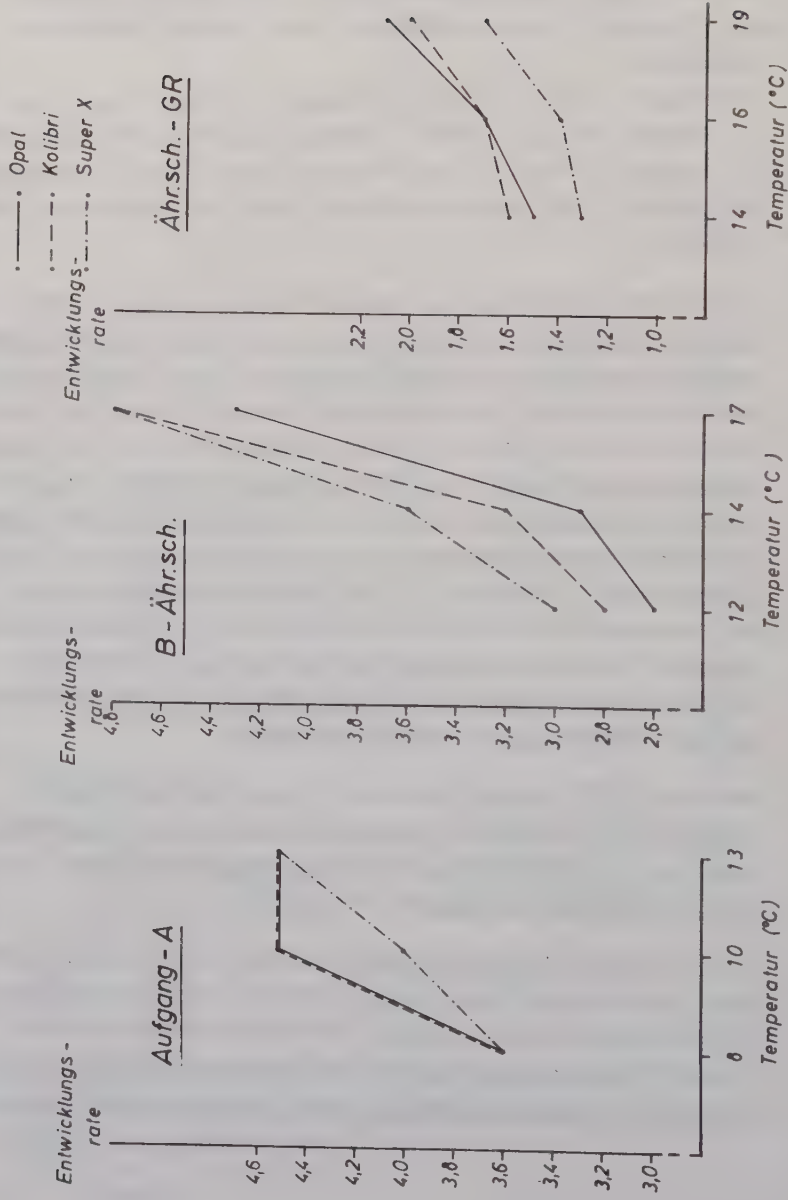
Die positive Abhängigkeit der Entwicklungsrate von drei Temperaturen (s. Abbildung 26) für die Phasen "Aufgang bis A", "B bis Ährenschieben" und "Ährenschieben bis GR" läßt sich für die Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "SUPER X" hier aufgrund der Versuchsanstellung nur im langen Tag nachweisen.

Somit läßt sich im Rahmen hier verwendeter Klimavarianten feststellen, daß höhere Temperaturen unter kurzen und langen Tageslängenbedingungen negative Wirkungen auf die Entwicklungsrate der Phase "A bis B" haben. Dies läßt sich aus der Abbildung 23 ablesen, in der allerdings die absolute Phasendauer dargestellt ist und die gleichzeitig erkennen läßt, daß hierin auch unterschiedliche Sortenreaktionen bestehen ("SUPER X"). Im weiteren Verlauf der Entwicklung haben sich die höheren Temperaturen wieder entwicklungsbeschleunigend ausgewirkt, besonders auf die Phase "B bis Ährenschieben", aber auch auf die Zeit "Ährenschieben bis Gelbreife". Dies kommt in Abbildung 26 in einer Erhöhung der Entwicklungsrate zum Ausdruck - hinsichtlich der Temperaturwirkung ist noch zu bemerken, daß die Entwicklungsrate für die Phase "Aufgang bis A" häufig erst oberhalb des 14-Stunden-Tages stärker beeinflußt wird.

Hinsichtlich der Tageslänge ist festzustellen, daß zunehmend längere Tage eine beschleunigende Wirkung auf die Entwicklung ab "Ährchenbildung" bis zum "Ährenschieben" haben. Nach dem "Ährenschieben" wird diese Wirkung wieder geringer (s. Abb. 24).

Die Wirkung höherer Lichtintensitäten auf die gesamte Dauer der Entwicklung ist allgemein eine beschleunigende gewesen. Alle Sorten haben in dieser Beziehung gleichmäßig reagiert, wesentlich erscheint aber die im Versuch 2 nur im Kurztag festzustellende verzögernde und damit die Entwicklungsrate senkende Wirkung der höheren Lichtintensität auf die Ent-

Entwicklungsrate in Abhängigkeit von Temperatur bei Langtagsbedingungen



wicklungsphase "D bis A" (s. Abbildung 27). In den von BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1967) mitgeteilten Ergebnissen über die Wirkung höherer Lichtintensität für Hafer findet sich ebenfalls eine Entwicklungsverzögerung in der Vegetationszeit von "D bis A", wenn die Lichtintensität von 21500 auf 29000 Lux erhöht wird. Ein gewisser Vergleich unterschiedlicher Lichtintensitäten ist auch durch die unterschiedlichen Vegetationszeiten der beiden Gefäßversuche 1 und 2 möglich, da aus technischen Gründen der 2. Gefäßversuch im allgemeinen Niveau der Lichtversorgung höher gelegen hat (bedingt durch den Ersatz der HQL-Lampen durch HQL-Lampen). Direkt vergleichbar sind jedoch nur die Klimavarianten 1, 3 und 5 des Gefäßversuchs 1 mit den entsprechenden kurzen, mittleren und langen Tageslängengängen (Var. 2, 3 und 4) des Gefäßversuchs 2. Auch bei diesem Vergleich finden sich die durch die Lichtintensität bedingten kürzeren Entwicklungszeiten wieder. In einigen Fällen, und zwar nur bei den gemeinsam in beiden Versuchen vorhandenen Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "SUPER X", läßt sich auch hier wieder die Phase "D bis A" verzögernde Wirkung der höheren Lichtintensität bestätigen, und zwar mit größerer Regelmäßigkeit unter Kurztagbedingungen (s. Abbildung 27) und nur gering unter Langtagbedingungen.

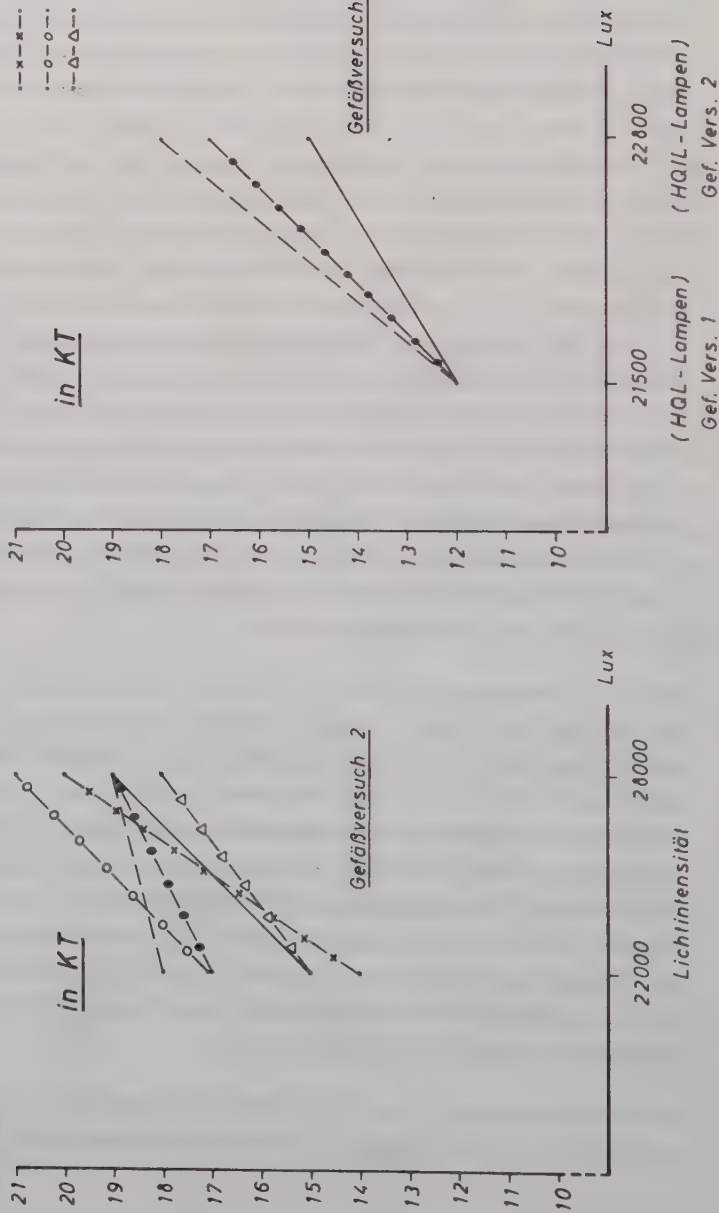
Diese eben diskutierten Einflüsse verschiedener untersuchter Klimafaktoren auf die Länge einzelner Vegetationsabschnitte und Phasenlängen sind im Sinne des von E. v. BOGUSLAWSKI und P. LIMBERG entwickelten "Produktivitätstyps" nunmehr hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Ausbildung der einzelnen Ertragskomponenten und schließlich des Korn-ertrages in Beziehung zu setzen. Diese Beziehungen können einmal durch die Berechnung von Differenzierungsraten gefunden werden, wobei nach LIMBERG (1972) in ihr zum Ausdruck kommt, wieviel Pflanzenorgane bzw. Ertragskomponenten in der Zeiteinheit angelegt bzw. ausgebildet wurden. Eine hohe Differenzierungsrate ist somit hinsichtlich des Produktivitätstyps grundsätzlich positiv zu bewerten.

In der Abbildung 28 ist für den durchgeführten Gefäßversuch 1 die Differenzierungsrate für die Stufenzahl, bezogen auf die Phasenlänge "A bis B",

Abhängigkeit der Phasendauer „A-D“ von der höheren Lichtintensität in Kurztagsbedingungen

- Opal
 - - - Kolibri
 - • - Super X
 - x - Rang
 - o - Orca
 - Δ - Florence
 - ▲ - Aurore

Tage

 Phasendauer
(D - A)


Differenzierungsraten in Abhängigkeit von der Tageslänge

Opal

 Super X

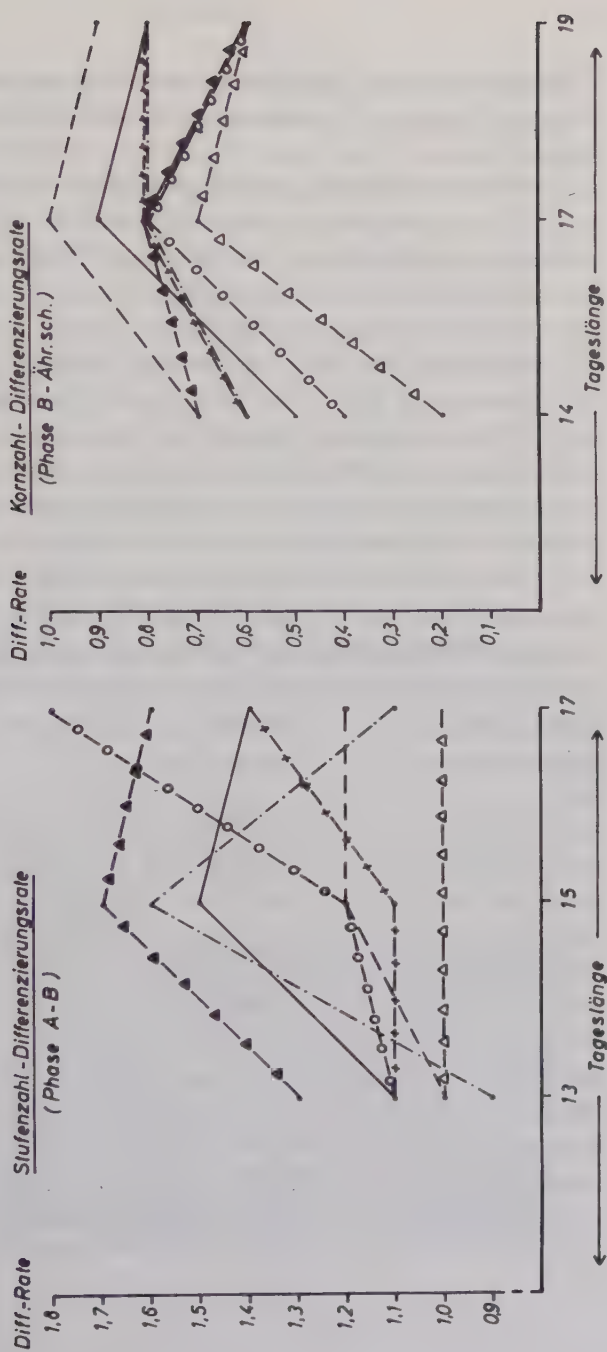
 Snabbe

 Chris

 Rex

 Florence

 Aurore



in Abhängigkeit von der Tageslänge dargestellt. Es fällt auf, daß mit zunehmender Tageslänge, bei der oben eine Zunahme der Entwicklungsrate festgestellt wurde, bei den Sorten "SNABBE" und "CHRIS" gleichzeitig eine Zunahme der Differenzierungsrate festzustellen ist, die vor allem vom 15- zum 17-Stunden-Tag hin stark ausgeprägt ist. Bei "KOLIBRI" ist diese Zunahme nur bis zum 15-Stunden-Tag festzustellen, ein 17-Stunden-Tag bleibt ohne Einfluß. Die Erhöhung der Differenzierungsrate zwischen 13 und 15 Stunden Tageslänge ist bei "OPAL" und noch mehr bei "SUPER X" deutlich, dafür tritt jedoch ein Rückgang vom 15- zum 17-Stunden-Tag ein, der bei "SUPER X" wieder ausgeprägter ist als bei "OPAL". "REX" schließlich reagiert in der Stufenzahl-Differenzierungsrate überhaupt nicht auf die Tageslänge, jedenfalls nicht im hier untersuchten Bereich. Es erhebt sich die Frage, ob bei dieser Sorte ein positiver Einfluß der Tageslängen auf die Differenzierungsrate aufgetreten wäre, wenn in den Phasen "A bis B" noch kürzere Tageslängen als der 13-Stunden-Tag geprüft worden wären. Somit kann für die Sorten "OPAL", und "KOLIBRI" und besonders für "SUPER X" eine günstigste Tageslänge für die Stufen- bzw. Ährchendifferenzierung von 15 Stunden festgestellt werden, während die Sorten "SNABBE" und "CHRIS" ihre höchsten Differenzierungsraten erst im 17-Stunden-Tag erreichen. Die Sorte "REX" liegt im 15- und 17-Stunden-Tag unter den anderen Sorten und weist nur im 13-Stunden-Tag eine den anderen Sorten vergleichbare, "SUPER X" sogar etwas überlegene Differenzierungsrate auf. Es liegt hier nahe, eine Gruppierung der Sorten nach relativen Kurztagstypen ("REX"), nach mittleren Typen ("SUPER X", "OPAL" und "KOLIBRI") und nach relativen Langtagstypen ("SNABBE" und "CHRIS") vorzunehmen, die lediglich hinsichtlich der Sorte "CHRIS" zweifelhaft in ihrer Richtigkeit erscheint. Die Sorte "FLORENCE-AUORE" wurde aus dem Gefäßversuch 2 in diese Darstellung miteinbezogen, um zu zeigen, daß diese Sorte eine allgemein hohe Differenzierungsrate hat, die im 15-Stunden-Tag identisch ist mit der der Sorte "SUPER X" und hier die höchsten Werte von allen untersuchten Sorten erreicht. Zweifellos muß diese Sorte wegen ihrer schnellen Entwicklung auch unter kurzen Tageslängenverhältnissen zu den kurz-

taggeeigneten Sorten gerechnet werden, das Maximum der in der Zeiteinheit angelegten Ährchen liegt bei ihr jedoch ebenfalls im 15-Stunden-Tag.

Die Differenzierungsrate der Kornzahl je Ähre, berechnet aus der Phasenlänge "B bis Ährenschieben", beinhaltet neben der Zahl angelegter Stufen auch die in diesem Zeitraum stattgefundenen Reduktionsvorgänge und zeigt (rechte Darstellung der Abbildung 28), daß alle Sorten die höchste Rate im 17-Stunden-Tag erreichen. Im 14-Stunden-Tag weisen die Sorten "KOLIBRI", "FLORENCE-AURORE", "CHRIS" und "SUPER X" die höchsten Werte auf. "OPAL", "SNABBE" und "REX" fallen in dieser Tageslänge stärker ab. Bei einer Verlängerung des Tages von 17 auf 19 Stunden während dieser Phase zeigen die Sorten "CHRIS" und "SUPER X" keine Reaktion, während bei den anderen Sorten die Differenzierungsrate negativ beeinflusst wird. Eine Gruppierung der Sorten nach relativen kurztag-, mittel- und langtaggeeigneten Typen auf der Basis der Kornzahl Differenzierungsrate "B bis Ährenschieben" erscheint wenig sinnvoll. Offenbar bestätigt sich hierin die schon früher getroffene Feststellung, daß die wesentlichen Wirkungen der Tageslängen in den früheren Entwicklungsphasen zu finden sind, vor allem in den Phasen "D bis A" und "A bis B" (s. auch LIMBERG 1972).

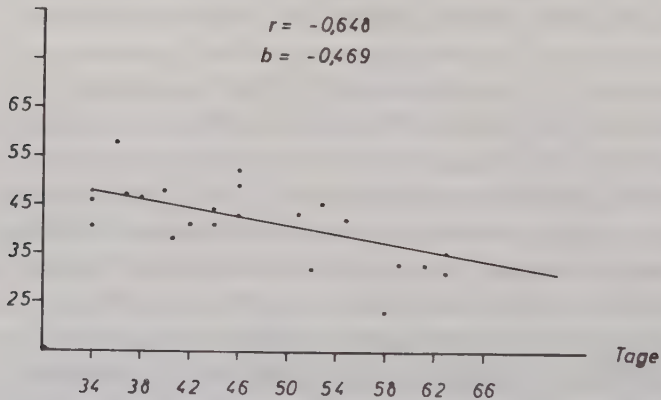
Neben der Berechnung der Differenzierungsrate erschien für die Auswertung der Versuchsergebnisse der Entwicklung in Richtung auf die Ausprägung der Ertragskomponenten die Berechnung von Korrelationen und linearen Regressionen von Interesse.

Aus der Abbildung 29 kann bei dieser Art der Darstellung der Beziehung zwischen der Phasenlänge und Anzahl ährentragender Halme (produktive Bestockung) abgelesen werden, in welchem Maße eine Verlängerung des Entwicklungsabschnittes "Aufgang bis B" sich negativ auf die Bestockung auswirkt. Hierbei ist die Phasenlänge "Aufgang bis "B" bedingt durch unterschiedliche Tageslänge. Wie früher festgestellt wurde, haben sich kürzere Tage verzögernd auf die Entwicklung ausgewirkt. Die Abbildung kann somit auch dahingehend interpretiert werden, daß sich lange Tage positiv auf die Bestockung auswirken und umgekehrt. Diese Beziehung

Abhängigkeit der ährentragenden Halme von der tages-
längenbedingten Phasendauer „Aufgang-B“

Ähr.tr.
Halme/Gef.

6 Sorten

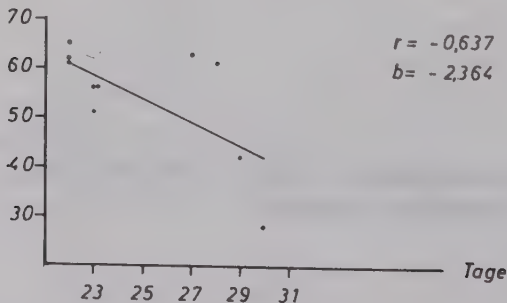


Abhängigkeit der ährentragenden Halme von der tages-
längenbedingten Phasendauer „Aufgang-A“

unter warmen Temperaturen

Ähr.tr.

Halme/Gef. Sorten: Super X, Chris, Rex



wurde hier für alle sechs im Versuch vorhandenen Sorten berechnet und dargestellt. Da ein unterschiedliches Bestockungsvermögen der einzelnen Sorten angenommen werden muß, streuen die Einzelwerte um die Regressionsgrade, so daß sich ein Korrelationskoeffizient von $-0,65$ errechnet. Die Korrelation dürfte besser sein, wenn nur eine Sorte ausgewählt worden wäre. Im Interesse möglichst vieler Wertpaare wurden hier alle Sorten einbezogen. Ein Vergleich der Abbildung 29 mit der Abbildung 30 läßt erkennen, daß der Grad der Abhängigkeit größer wird, wenn derselbe Tageslängeneinfluß bei warmen Temperaturbedingungen dargestellt wird. Dies ist hier anhand der Ergebnisse vom Gefäßversuch 1 und den Sorten "SUPER X", "CHRIS" und "REX" für den Entwicklungsabschnitt "Aufgang bis A" dargestellt. Wenn die Verlängerung des Entwicklungsabschnittes "Aufgang bis A" aber durch kühle Temperaturen bewirkt wird, ist die Beziehung zwischen Entwicklungszeit und produktiver Bestockung positiv. Dies kommt aus den Abbildungen 31 a, b und c zum Ausdruck, und zwar wirken kühle Temperaturen, d. h. längere Vegetationszeiten um so stärker positiv, je länger die Tage sind. Aus dieser Darstellung und den oben getroffenen Feststellungen für die tageslängenbedingte Phasendauer kann geschlossen werden, daß die Bestockung unter langen Tagen und kühlen Temperaturen maximale Werte erreicht. Bei der Darstellung der Ergebnisse des Gefäßversuchs 1 war jedoch darauf hingewiesen worden, daß die Sorte "SUPER X" sich unter warmen Bedingungen stärker als bei normaler Temperatur bestockt hat. Somit können in Abhängigkeit vom Genotyp auch andere Ergebnisse erhalten werden.

Eine besondere Bedeutung für den Kornertrag dürfte der Stufenzahl, d. h. der Zahl Ährchen je Ähre zukommen. Hierauf hat neben anderen Autoren besonders RAWSON (1970) in einer einschlägigen Arbeit hingewiesen. Die Ergebnisse der hier beschriebenen Experimente lassen aus der Abbildung 32 erkennen, daß bei den Sorten "KOLIBRI", "SUPER X" und "FLORENCE-AURORE", mit denen hier als einer Sortengruppe gerechnet wurde, die Stufenzahl deutlich ansteigt, je länger der Abschnitt "Aufgang bis B" ist, wenn dieser bei gleicher Temperatur durch zunehmend kurze Tage ver-

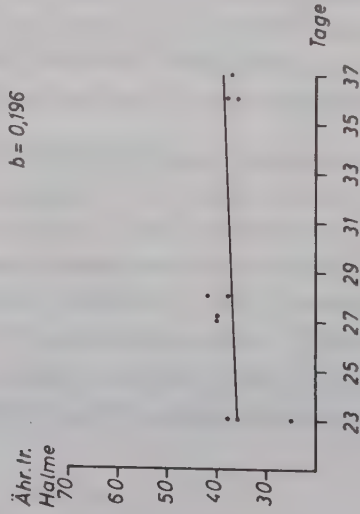
Abhängigkeit der ährentragenden Halme von der temperaturbedingten Phasendauer „Aufgang - A“

Sorten: Opal, Kolibri, Snabbe

aunter kurzen Tageslängen

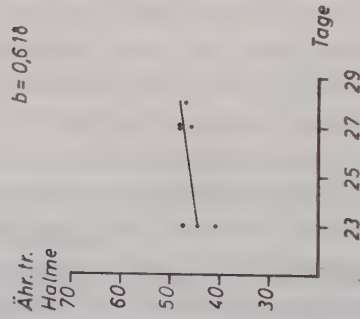
$$r = 0,221$$

$$b = 0,196$$

bunter mittleren Tageslängen

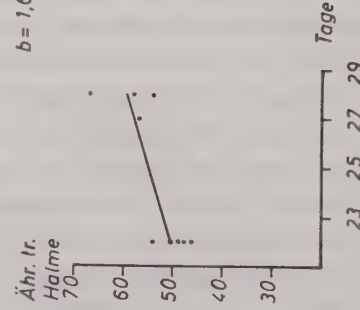
$$r = 0,504$$

$$b = 0,616$$

cunter langen Tageslängen

$$r = 0,793$$

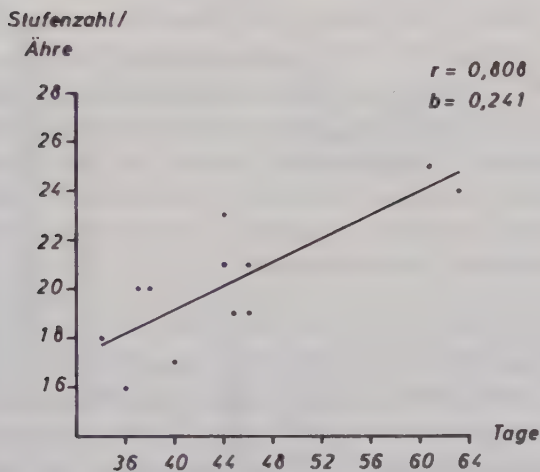
$$b = 1,645$$



Abhängigkeit der Stufenzahl von der tageslängen -
bedingten Phasendauer „Aufgang-B“

Sorten: Kolibri, Super X, Florence Aurore

unter allen Tageslängenbedingungen



längert wird. Wie darüber hinaus die Darstellungen 33a und 33b (Versuch 1) erkennen lassen, trifft dies auch für die Sorten "CHRIS" und "REX" zu, und zwar sowohl bei normalen (Abb. 33a) als bei warmen Temperaturbedingungen (Abb. 33b). Aus Abb. 34 ist zu ersehen, daß kühle Temperaturen durch die von ihnen verursachte Entwicklungsverzögerung in der Phase "Aufgang bis A" ebenfalls die Stufenzahl günstig beeinflussen bzw. eine schnelle temperaturbedingte Entwicklung zu niedriger Stufenzahl führt. Eine hohe Ährchenzahl dürfte demnach unter Verhältnissen relativ kurzer Tage und gleichzeitig kühler Temperatur in der Phase "Aufgang bis A" zur Ausbildung kommen. Eine Kurztagsvariante mit kühlen Temperaturen im Entwicklungsabschnitt "Aufgang bis A" war in diesen Experimenten nur einmal in der Variante 7 des Gefäßversuchs 1 enthalten, wo auch tatsächlich die höchste Stufenzahl bei fast allen Sorten gefunden werden kann (s. Tab. 5, 6 und 7). Eine hohe Temperatur in Kurztagbedingung konnte die Phase "A bis B" verlängern. Diese verlängerte Phase durch die Temperatur führt ebenfalls zur höheren Stufenzahl (s. Abb. 34a). Die hier für die Temperaturwirkung berechnete Korrelation ist jedoch in ihrer Qualität sehr unbefriedigend, so daß die dargestellte Beziehung gewiß weiterer Nachprüfung in einschlägigen Versuchen bedarf.

In der Kornzahl je Ähre kommt, wie schon früher betont wurde, neben der Stufenzahl, d.h. Ährchenzahl, auch die Anzahl fruchtbarer Blüten zum Ausdruck. Letztere dürfte vorwiegend in der Zeit vor dem "Ährenschieben" festgelegt werden, so daß die Darstellung einer Beziehung zwischen der Länge des Entwicklungsabschnittes "A bis Ährenschieben" zur Kornzahl je Ähre interessant ist. In Abb. 35 a und b wurde die Dauer dieses Entwicklungsabschnittes als Folge unterschiedlicher Tageslänge einmal für die drei Sorten "OPAL", "RANG" und "ORCA" und zum anderen für die Sorten "KOLIBRI", "SUPER X" und "FLORENCE-AURORE" dargestellt. Es zeigt sich, daß bei der ersten Sortengruppe offenbar die tageslängenbedingte Phasendauer auf die Kornzahl je Ähre ohne Einfluß gewesen ist. Bei der anderen Sortengruppe (Abb. 35b) kann jedoch eine positive Beziehung zwischen Phasendauer "A bis Ährenschieben" zur Kornzahl

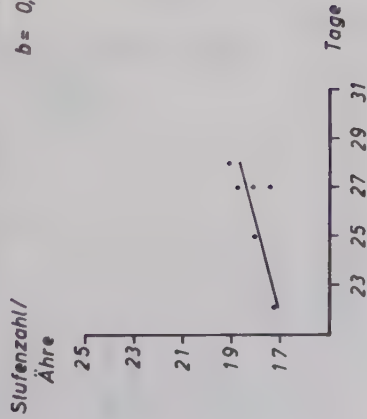
Abhängigkeit der Stufenzahl/Ähre von der tageslängenbedingtenPhasendauer „Aufgang - A“

Sorten.: Super X, Chris, Rex

aunter normalen Temperaturen

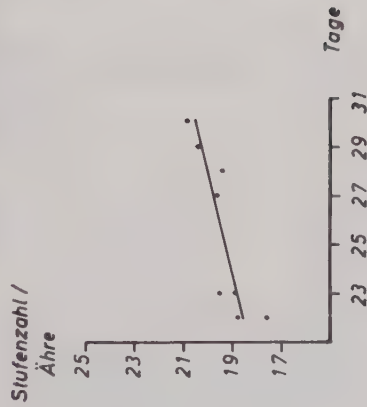
$$r = 0,792$$

$$b = 0,257$$

bunter warmen Temperaturen

$$r = 0,636$$

$$b = 0,244$$



Abhängigkeit der Stufenzahl/Ähre von der temperatur-
bedingten Phasendauer „Aufgang - A“

Sorten: Super X, Chris, Rex

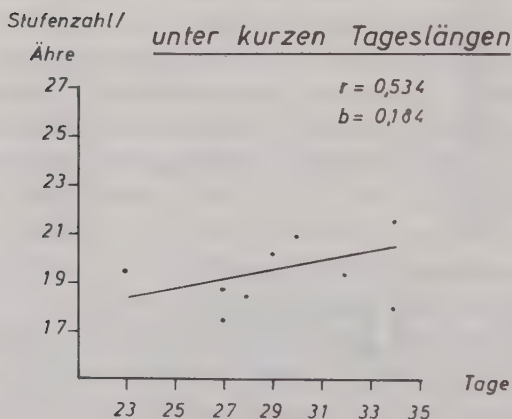
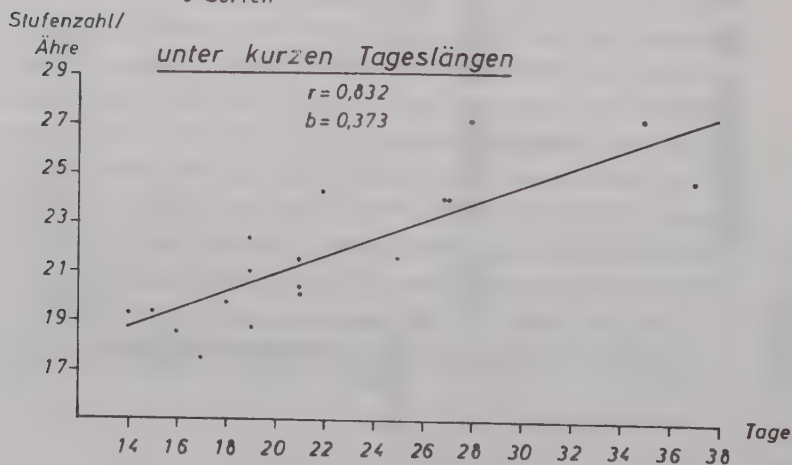


Abb.: 34a

Phytotron - Gefäßversuch 1/1971

Abhängigkeit der Stufenzahl/Ähre von der temperatur-
bedingten Phasendauer „A - B“

6 Sorten

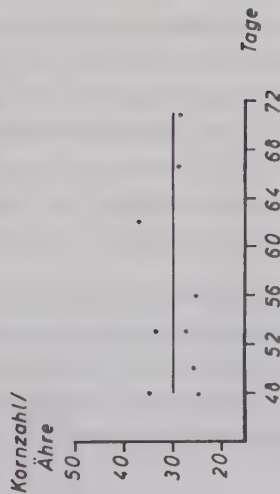


Abhängigkeit der Kornzahl/Ähre von der tageslängenbedingtenPhasendauer „A - Ährenschieben“aunter allen Tageslängenbedingungen

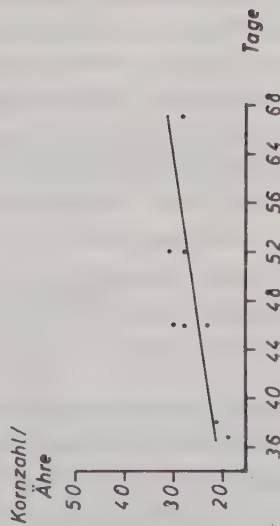
Sorten: Opal, Rang, Orca

$$r = 0,020$$

$$b = 0,017$$

bunter allen Tageslängenbedingungen

Sorten: Kolibri, Super X, Florence, Aurore



vermutet werden. Somit kommt auch in dieser Abbildung zum Ausdruck, daß die Ergebnisse von Untersuchungen der Pflanzenentwicklung im Hinblick auf den Kornertrag und seinen Komponenten sehr vom Reaktionstyp der Sorten abhängen. Für das gezeigte Beispiel bedeutet dies, daß nur die Sorten "KOLIBRI", "SUPER X" und "FLORENCE-AUORE" eine Erhöhung der Kornzahl je Ähre erfahren, wenn eine lange Ährchen- und Blütenbildungsphase durch kürzere Tage bedingt wird. Die Sorten "OPAL", "RANG" und "ORCA" reagieren in der tageslängenbedingten Beschleunigung der Entwicklung zumindest nicht mit einer geringeren Kornzahl je Ähre. Hieraus kann mit einiger Vorsicht auf die Eignung der Sorten für den Anbau unter langen Photoperioden und bei relativ späten Aussaatzeiten geschlossen werden.

Das Tausend-Korn-Gewicht schließlich unterliegt einem positiven Einfluß langer Zeiten der Kornbildungsphase "Ährenschieben bis Gelbreife", wenn diese Zeiten - wie in Abb. 36 dargestellt - bei gleicher Tageslänge durch die Temperatur bedingt sind. Da kühle Temperaturen - hier im langen Tag - die Kornbildungsphase verlängern, steigt mit ihnen auch das Tausend-Korn-Gewicht. Die Photoperiode dagegen wirkt phasenverlängernd, wenn sie kurz ist. Diese längeren Kornbildungsphasen im kürzer werdenden Tag haben jedoch, wie die Abb. 37a zeigt, einen negativen Effekt auf das Tausend-Korn-Gewicht, zumindest unter warmen Temperaturbedingungen. Je kühler die Temperatur, um so geringer ist der Einfluß der tageslängenbedingten Dauer der Kornbildungsphase (s. Abb. 37b). Auch der Temperatureffekt hängt von der Tageslänge ab: Wie aus der Abb. 38 zu ersehen ist, ist der günstige Einfluß einer langen Kornbildungsphase, die durch kühle Bedingungen bewirkt wird, unter Kurztagsverhältnissen stärker als unter Langtagsverhältnissen.

Im Kornertrag schließlich kommen alle Ertragskomponenten und die sie beeinflussenden Faktoren gemeinsam zum Ausdruck. Wenn man von den starken Einflüssen auf die Entwicklung durch Temperatur und Tageslängen in den Phasen "D - A" und "A - B" absieht, kommt der Einfluß von Tageslänge und Temperatur während der Kornbildungsphase zusätzlich

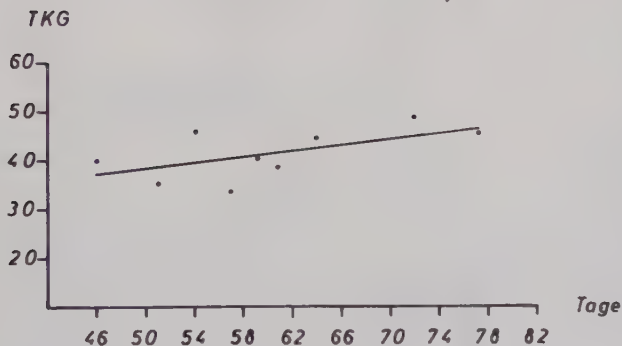
Abhängigkeit des Tausendkorngewichtes von der
temperaturbedingten Phasendauer „Ährenschieben-GR“

Sorten: Super X, Chris, Rex

unter langen Tageslängen

$$r = 0,720$$

$$b = 0,324$$



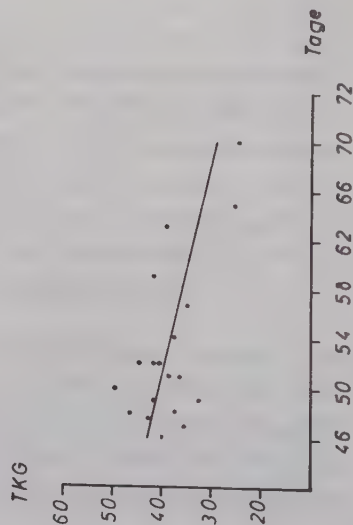
Abhängigkeit des Tausendkorngewichtes von der tageslängenbedingten Phasen - dauer „Ährenschieben - GR“

6 Sorten

a
unter warmen Temperaturen

$$r = -0,610$$

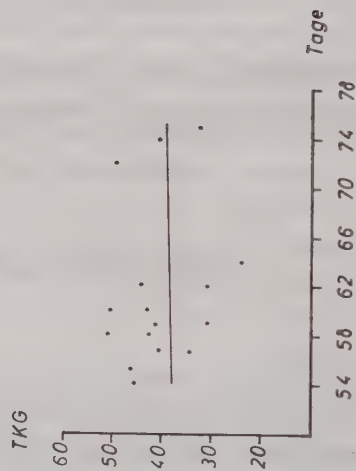
$$b = -0,561$$



b
unter normalen Temperaturen

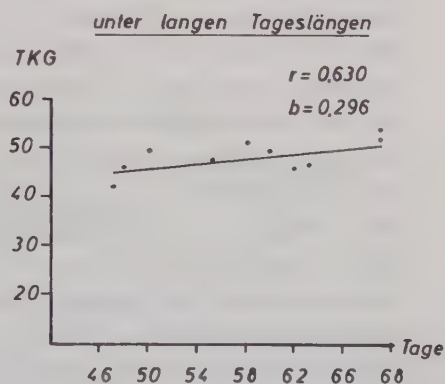
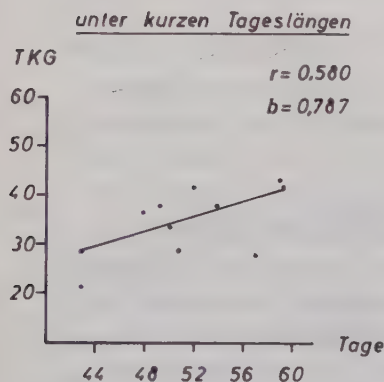
$$r = 0,036$$

$$b = 0,054$$



Abhängigkeit des Tausendkorngewichtes von der
temperaturbedingten Phasendauer „Ährenschieben-GR“

Sorten: Opal, Kolibri, Snabbe



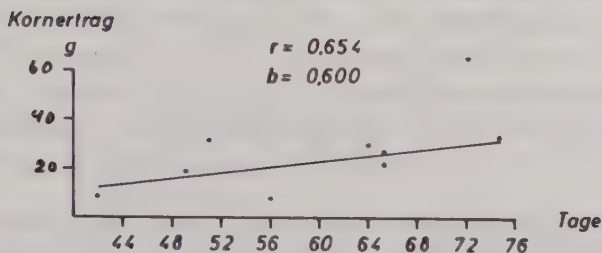
zum Ausdruck. Setzt man dabei den Kornertrag als abhängige Größe von der Kornbildungsphase ein, so beschreibt die Abb. 39 für die Sorten "SUPER X", "CHRIS" und "REX" die mit der Tageslänge zunehmend positive Wirkung langer temperaturbedingter Phasen. Kühle Temperaturen verzögern die Entwicklung und wirken sich positiv auf den Kornertrag aus, und dies im Langtag mehr als im kurzen Tag (vgl. hierzu die Regressionskoeffizienten b in Abb. 39) - die gleiche Beziehung wird in Abb. 40 auch für die Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "SNABBE" gezeigt. Allerdings kann bei diesen eine Abhängigkeit der Temperaturwirkung von der Tageslänge nicht festgestellt werden.

Hierfür ergibt sich die Fragestellung, welche physiologischen und morphologischen Eigenschaften des Weizens wir zu verändern suchen müssen, um eine Verbesserung des Kornertrags zu erreichen. Die Verbesserung der photosynthetischen Leistungsfähigkeit kann hierfür als erste Forderung in Frage kommen. Da aber bei Weizen bisher nur relativ geringe Abweichungen in der Assimilationsrate festgestellt wurden (MOSS et al. 1969, LAWES et al. 1971), erscheint es hier wichtig zu sein, daß man der Assimilationsrate des Fahnenblattes eine große Beachtung schenkt. Dieser Sachverhalt geht aus den Arbeiten von HÄNSEL (1965) und STOY (1963/66) hervor, die eine positive Korrelation der Assimilationsrate des Fahnenblattes zum Kornertrag ermitteln konnten. Andererseits beruht die Bildung maximaler Kornerträge beim Weizen nicht nur auf der photosynthetischen Leistungsfähigkeit der zur Assimilation befähigten Pflanzenorgane, sondern hängt auch von dem Wachstum der Samenanlagen selbst ab, d.h. von den Vorgängen, die eine hohe und langanhaltende Einlagerung von Assimilation in das Korn bewirken. Diese Eigenschaft der Körner in unterschiedlichem Maße als "Senke(SINK)", d.h. als Ablagerungsort für den Assimilatenzufluß wirksam zu werden, ist genetisch bedingt (BINGHAM 1966). Daraus kann geschlossen werden, daß die Beeinflussung der Stoffverlagerung (Sink-Kapazität) ebenfalls für die Kornertragsbildung als eine große Wichtigkeit erscheint, wie MICHAEL (1971) gezeigt hat. Diese Betrachtungsweise deckt sich weitgehend mit dem von E. v. BOGUSLAWSKI et al. (1954) beschriebenen Vorgang der

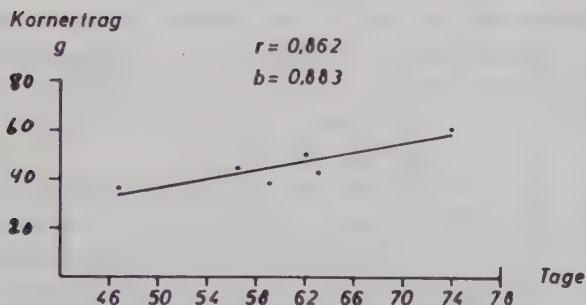
Abhängigkeit des Kornertrages von der temperatur- bedingten Phasendauer „Ährenschieben-GR“

Sorten: Super X, Chris, Rex

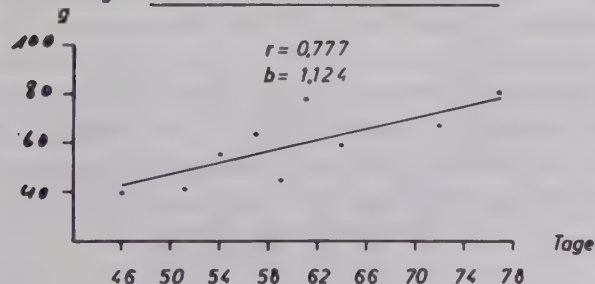
unter kurzen Tageslängen



unter mittleren Tageslängen



unter langen Tageslängen



Abhängigkeit des Kornertrages von der Temperaturbedingungen

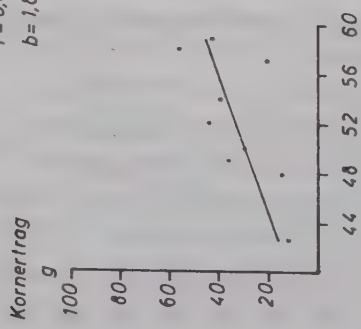
Phasendauer „Ährenschieben-GR“

Sorten; Opal, Kolibri, Snabbe

unter kurzen Tageslängen

$$r = 0,633$$

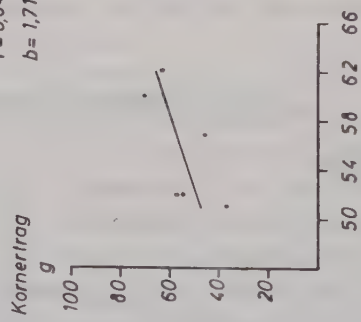
$$b = 1,809$$



unter mittleren Tageslängen

$$r = 0,642$$

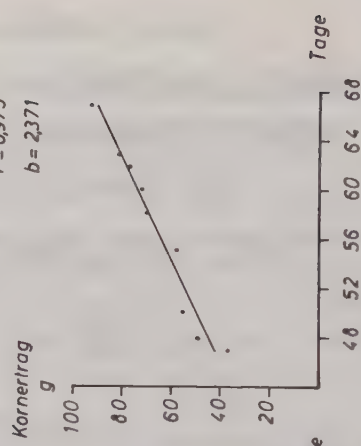
$$b = 1,710$$



unter langen Tageslängen

$$r = 0,975$$

$$b = 2,371$$



Nährstoffverteilung und -einlagerung als Resultat der Düngung, Nährstoffaufnahme und Nährstoffverwertung.

So muß betont werden, daß weder die Differenzierungsrate noch die Korrelation zwischen Phasenlänge und Größenordnung der Ertragskomponenten allein eine völlige Erklärung der Zusammenhänge zwischen Klimabedingungen und Entwicklung zum Ertrag ermöglichen können. Daneben sind vor allem auch Wechselwirkungen zu berücksichtigen, die im Laufe der Ertragsbildung zwischen den einzelnen Ertragskomponenten gegeben sind, und die ihre Ursache im quantitativen Wachstum und in der Stoffverlagerung (Sink-Kapazität) der Pflanze haben.

Bereits bei der Darstellung der Ergebnisse der Ertragsanalyse in dem Gefäßversuch 1 wurde anhand der Abb. 6 für die drei Sorten "OPAL", "SUPER X" und "SNABBE" gezeigt, daß die Zahl Ährchen, die ohne Kornansatz geblieben war, in engem Zusammenhang mit der Zahl angelegter Stufen steht. Es wurde auch betont, daß diese Taubheit der Ähre vorwiegend an der Basis der Ähre variiert wird. Im Zusammenhang mit der Zahl fruchtbarer Ährchen stand dann weitgehend die Kornzahl pro Ähre und zu dieser schließlich wieder in vielen Fällen das Tausend-Korn-Gewicht.

In den Abbildungen 41 und 42 sind diese Beziehungen der Daten der Ertragsanalyse des Gefäßversuchs 2 mit allen 6 Sorten des Versuchs noch einmal in dieser Weise zusammengestellt. Die auf der Abszisse angeführten Klimavarianten 1 bis 8 wurden in der gleichen Reihenfolge nummeriert, wie dies in den Tabellen der Ergebnisbeschreibung vorgenommen wurde. Wenn in dieser Darstellung nicht so sehr die Wirkung der Klimavarianten auf die einzelnen Ertragskomponenten im Mittelpunkt des Interesses steht, sondern mehr die gegenseitige Abhängigkeit der Ertragsanteile voneinander, so soll doch darauf hingewiesen werden, daß die Klimavarianten 1, 2, 3 und 4 zunehmende Tageslänge (13-Stunden-Tag, kurze, mittlere, lange Tageslänge) darstellen, die Klimavarianten 4, 5 und 6 alle einen langen Tag haben, die Klimavariante 7 hohe Licht-

intensität im Kurztag (vgl. zu Var. 2) hatte und schließlich die Variante 8 eine geringere Wassergabe erhalten hatte.

Die Zahl ährentragender Halme zeigt bei den Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "SUPER X" einen mehr oder weniger regelmäßigen Anstieg von Variante 1 bis 6 und wieder geringere Werte vor allem bei geringerer H_2O -Versorgung (Var. 8). "RANG", "ORCA" und "FLORENCE-AUORE" lassen noch einmal deutlich die niedrigere produktive Bestockung im kurzen Tageslängengang gegenüber dem 13-Stunden-Tag erkennen. Vergleicht man zu diesen Reaktionen der Sorten auf die Klimavarianten, die in der Darstellung als Kurven sichtbar werden, die Kurven der Gesamtstufenzahl pro Ähre, so kann man vielfach feststellen, daß eine gegenläufige Beziehung zwischen Stufenzahl und produktiver Bestockung voranden ist. Die Regelmäßigkeit der Beziehung wird freilich in einigen Fällen durchbrochen. So ist z. B. festzustellen, daß die geringe Zahl ährentragender Halme bei trockenen Verhältnissen im Boden (Var. 8) auch gleichzeitig eine Abnahme der Stufenzahl pro Ähre zur Folge hat. Die hohe Zahl ährentragender Halme in der Variante 6 führt dagegen regelmäßig zu der niedrigsten Ährchenzahl pro Ähre. Ferner ist die gegenseitige Beziehung zwischen ährentragenden Halmen und Stufenzahl regelmäßig aus den gegeneinanderlaufenden Kurven der Tageslängensvarianten 2, 3 und 4 abzulesen. Im Sinne einer guten Aussicht auf einen hohen Kornertag durchbricht die Variante mit hoher Lichtintensität diese negative Korrelation, indem hier allgemein hohe Bestockungszahlen mit gleichzeitig hohen Stufenzahlen der Ähre einhergehen.

Ein Vergleich der Kurve, die sich durch die Variation der Gesamtzahl tauber Ährchen ergibt, mit der der Gesamtstufenzahl läßt jedoch eine sehr enge Beziehung zwischen diesen beiden ertragsbeeinflussenden Merkmalen erkennen, die zudem in praktisch keinem Fall durch spezifische Klimaeinflüsse durchbrochen wird: hohe Gesamtstufenzahlen bringen regelmäßig auch hohe Zahlen tauber Ährchen pro Ähre. Dennoch wird die Anlage einer hohen Stufenzahl durch die Taubheit an der Ähre nicht vollständig ausgeglichen, da das Verhältnis zwischen Zunahme an Stufen und

tauben Ährchen in den meisten Fällen zugunsten der Stufenzahl ausfällt. Aus diesem Grunde ergibt sich, wie aus Abb. 42 abzulesen ist, bei einer hohen Zahl der Gesamtstufen auch in der Mehrzahl der Fälle eine hohe Zahl fruchtbarer Ährchen. Wie schon in der entsprechenden Darstellung der Verhältnisse beim Gefäßversuch 1 gezeigt werden konnte, liegt die Variation der Taubheit an der Ähre vorwiegend in der Variation der Zahl tauber Ährchen an der Ährenbasis begründet, wie aus der Parallelität der beiden entsprechenden Kurven in Abb. 41 abgelesen werden kann. Hieraus kann der Schluß gezogen werden, daß die an der Ährenspitze auftretende Taubheit mehr durch Wachstum und Stoffverlagerungsvorgänge bedingt ist, während die Rückbildung von Ährchen an der Ährenbasis unabhängig von der angelegten Gesamtstufenzahl erfolgt und mehr mit entwicklungsphysiologischen Einflüssen zusammenhängen dürfte. Der Nachweis kann jedoch aus den Ergebnissen dieser Versuche nicht direkt geführt werden.

Wie aus den vorangegangenen Betrachtungen hervorgeht, ist die Zahl der Stufen pro Ähre stärker von der Pflanzenentwicklung abhängig und unterliegt nur in besonderen Fällen einem Einfluß der Bestockung. Somit muß schließlich auch die Zahl fruchtbarer Ährchen vorwiegend von den qualitativen Einflüssen der entwicklungsphysiologischen Vorgänge abhängen.

Die Kornzahl pro Ähre, die gegenüber der Zahl fruchtbarer Ährchen noch durch Taubheit einzelner Blütchen innerhalb der Ährchen beeinflusst werden kann, folgt in den Kurven der Abb. 42 weitgehend den Kurven der fruchtbaren Ährchen, wobei die gezeichneten Darstellungen insofern nur einen allgemeinen Eindruck vermitteln können, als die in den Absolutwerten angegebenen Ergebnisse dimensionsabhängig sind, und daher die Kornzahlen pro Ähre sehr viel ausgeglichener erscheinen.

Die Abhängigkeit des Tausend-Korn-Gewichtes von der letzten Endes als überwiegend entwicklungsbedingt festgestellten Kornzahl pro Ähre ist nur in einigen Fällen aus der Abb. 42 zu folgern. Bei allen Sorten war eine Zunahme des Tausend-Korn-Gewichtes vom Kurztag über den mittellangen

Ertragsanalytische Daten von 6 Sorten bei 8 verschiedenen Klimabedingungen

1=13Std Tag

5=LT red. Li int auf Var 2

2=KT

6=LT (K-N-W)

3=MT

7=KT, hohe Li int

4=LT

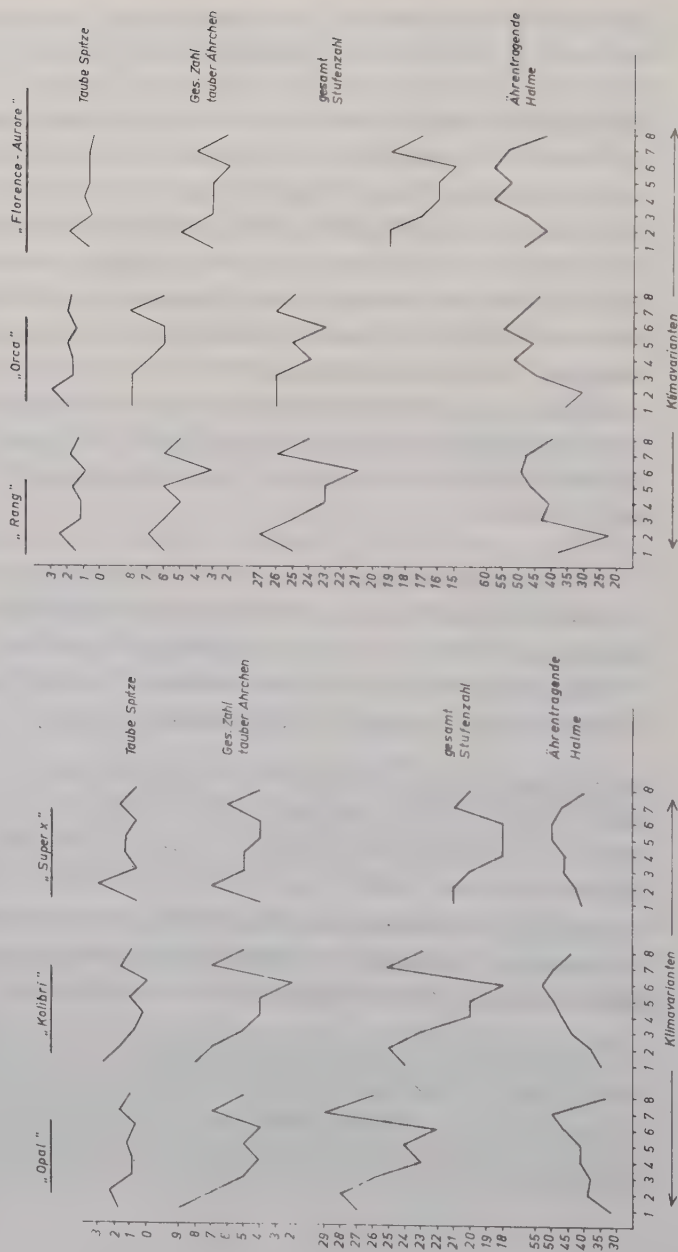
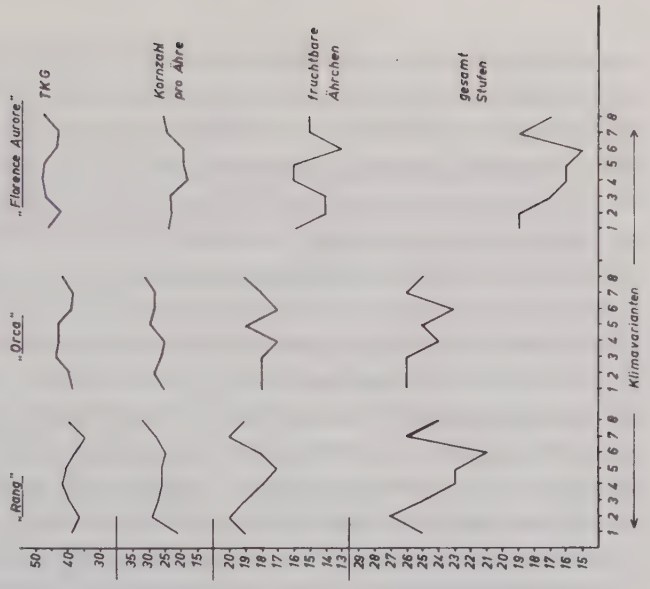
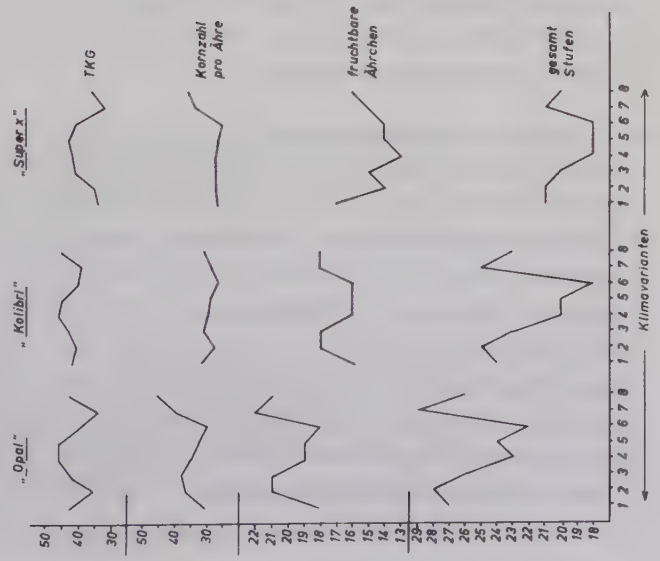
8=MT nied H_2O -Versorgung

Abb. 48

Ertragsanalytische Daten von 6 Sorten bei 8 verschiedenen Klimabedingungen

- 1 = 13 Std. Tag
2 = KT
3 = MT
4 = LT
5 = LT red. Li. Int. auf Var. 2
6 = LT (K-N-W)
7 = KT hohe Li. Int.
8 = MT nied. H₂O. Versorgung



zum Langtag festzustellen. Die Kornzahl pro Ähre erfährt zwar durch diese Klimavarianten häufig eine negative Beeinflussung, jedoch kann dies im Rahmen der in den Gefäßversuchen gefundenen Unterschiede nicht als gegenseitig bedingte Beziehung festgestellt werden. Andererseits ist in der Abb. 42 die Kornzahl pro Ähre bei "SUPER X" in den Klimavarianten 1 bis 6 praktisch nicht beeinflusst worden, das Tausend-Korn-Gewicht dagegen erfuhr eine relativ starke tageslängen- bzw. licht- bzw. temperaturbedingte Beeinflussung. Die häufig hohen Kornzahlen pro Ähre bei hoher Lichtintensität erscheinen zwar des öfteren mit einem niedrigen Tausend-Korn-Gewicht verbunden, jedoch läßt sich hieraus eine gesetzmäßige Beziehung nicht ableiten. Die unterschiedlichen Assimilationsbedingungen während der Kornbildungsphase, gegeben in diesen Versuchen durch unterschiedliche Tageslängenverhältnisse, Lichtintensität und Temperatur, haben in der Funktion der Zeit offenbar die "Sink-Kapazität" so wesentlich bestimmt, daß die Zahl der Körner, die pro Ähre auszubilden waren, von untergeordneter Bedeutung ist. Allgemein bestätigt sich hierin die Feststellung, daß mit dem Blühvorgang die entwicklungsphysiologische "Reaktionskette" abgeschlossen ist, und daß in der Kornbildungsphase, auf dem Endergebnis dieser Differenzierungs- und Wachstumsvorgänge aufbauend, nur noch "Produkt - Wachstum" bzw. "Sink-Kapazität" auf die endliche Größe des Ertrages Einfluß nehmen.

Die soeben kritisch zusammenfassend betrachteten Reaktionen von Weizensorten auf Tageslängen- und Temperaturvariationen sowie auf einige besondere Reaktionen hinsichtlich der Lichtversorgung ließen sich zum Teil durch die Wiederholung der Klimavarianten in den beiden Gefäßversuchen, zum Teil durch den Vergleich der verschiedenen Sorten und auch durch eine vergleichende Betrachtung zu den in der Literatur veröffentlichten Ergebnissen recht gut sichern. Mit den durchgeführten Versuchen unter natürlichen Witterungsverhältnissen in einem Kastenversuch und einem Feldversuch sollten darüber hinaus Fragen der Zusammenhänge zwischen Stickstoffversorgung einerseits und Wachstum, Entwicklung und Ertrag andererseits nachgegangen werden. Die geringe Wirkung des hö-

heren Stickstoffs im Feld schließt jedoch eine solche Auswertung des Versuchs aus, nur auf der Kastenanlage lagen die Korn- sowie die Stroherträge bei 140 kg/ha N gegenüber 80 kg/ha N in gesichertem Abstand. Allerdings war es infolge des Witterungsablaufs nicht möglich, unterschiedliche Entwicklungsabläufe zwischen beiden Düngungsstufen zu finden. So bleibt allein die Feststellung zu treffen, daß die Erträge durch quantitative Beeinflussung der Ertragskomponenten verändert wurden. Insbesondere erfuhren die produktive Bestockung und die Kornzahl pro Ähre eine positive Beeinflussung, die schließlich die Höhe der Kornerträge maßgeblich bestimmten. Von besonderem Interesse ist, daß sich die oben untersuchte Beeinflussung des Tausend-Korn-Gewichtes durch die Kornzahl pro Ähre in diesem Versuch nachweisen läßt, da in der höheren N-Stufe regelmäßig niedrigere Tausend-Korn-Gewichte gefunden werden. Zusammen mit der Kornzahl/m² (produktive Bestockung X Kornzahl pro Ähre) ergibt sich eine negative Korrelation zum Tausend-Korn-Gewicht, die jedoch rechnerisch nicht nachgewiesen werden kann, da sich die einzelnen Sorten gleichzeitig im genetisch bedingten Niveau des Tausend-Korn-Gewichtes unterscheiden. Bemerkenswert ist, daß das Tausend-Korn-Gewicht im Kastenversuch bei den höheren N-Gaben trotz der dreifachen zeitlichen Verteilung der Düngung gesunken ist, was wohl auf die trockenen Witterungsbedingungen in der Kornbildungsphase zurückgeführt werden kann.

Im Kastenversuch wurde ferner nach der Auswirkung stärkerer Bodentrockenheit auf Entwicklung, Wachstum und Ertrag der Sorten untersucht, was auch schon Gegenstand einer Klimavariante im Gefäßversuch 2 gewesen ist. Die Trockenheitsverhältnisse im Boden dieses Kastenversuchs waren jedoch von viel extremerer Natur als im Gefäßversuch, so daß die Ergebnisse zwischen beiden Varianten direkt gegensätzlich ausfielen und nicht vergleichbar sind. Auf die Pflanzenentwicklung hatte sich die extreme Bodentrockenheit in den Kästen ab Beginn der "Ährchenbildung" und besonders auf die Länge der Phase "B bis Ährenschieben" beschleunigend ausgewirkt. Diese Beschleunigung führte zwar zu niedrigeren Kornzahlen pro Ähre und zusammen mit der geringeren Bestockung zu den niedrigeren Tausend-Korn-Gewichten (N-Mangel durch Trockenheit), so daß schließlich

die geringen Kornerträge die Folge waren. Die ertragsmäßige Überlegenheit der Sorten "OPAL", "KOLIBRI" und "ORCA" im Mittel aller Behandlungen bestätigt die Rangordnung der Sortenleistung, wie sie in den Gefäßversuchen unter künstlichen Klimabedingungen gefunden wurden.

Auch im Feldversuch zeigten sich die Sorten "OPAL" und "KOLIBRI" den anderen Sorten überlegen. Wie schon bei der Besprechung der Ergebnisse hervorgehoben worden war, konnten nur geringe Einflüsse der unterschiedlichen Saatstärken auf die Erträge der Sorten festgestellt werden. Die Entwicklungsuntersuchungen hatten ihrerseits jedoch keine differenzierten Einflüsse erkennen lassen, so daß ähnlich wie hinsichtlich N-Düngung und H₂O-Versorgung im Kastenversuch nur quantitative Reaktionen der Pflanzenbestände (hier saattärkenbedingte Zahl ährentragender Halme/m²) festgestellt werden konnten.

Die Ungunst der Jahreswitterung brachte es mit sich, daß die Problematik des Einflusses von N-Düngung und Saatstärke sowie Wasserversorgung an den beiden Außenversuchen nicht untersucht werden konnte. Es kann jedoch umgekehrt aus diesen Ergebnissen nicht geschlossen werden, daß die "Reaktionskette": Entwicklung-Wachstum-Ertrag für diese Faktoren nicht besteht. Zur Klärung dieser Fragen sind aber weitere einschlägige Versuche erforderlich. Insbesondere erscheinen Untersuchungen über die entwicklungs- und wachstumsbedingte Struktur der Ertragsbildung im Feldbestand unter stärkerer Berücksichtigung von Haupthalmen im Vergleich zu den Nebenhalmern (produktive Bestockungstriebe) notwendig. -

Bei der Darstellung der Ergebnisse und ihrer Diskussion wurde in dieser Arbeit mehrfach der "Langtagcharakter" bzw. der "Kurztagecharakter" der Sorten hervorgehoben. Diese Charakterisierung erfolgte in Übereinstimmung mit den Ergebnissen und Auffassungen anderer Autoren nach dem Gesichtspunkt, daß die Ausprägung eines Ertragsmerkmals oder die Höhe des Ertrages selbst durch relativ lange oder kürzere Tage begünstigt wurden, so daß besser von relativen Kurz- bzw. Langtagtypen gesprochen wird. Für die Temperatur ist ein solch günstiger Einfluß

meist für kühlere Bedingungen festgestellt worden, lediglich im Zusammenhang mit dem Entwicklungsabschnitt "A bis B" konnte in diesem Sinne eine verzögernde Wirkung höherer Temperaturen gefunden werden. Mehrfach konnten anstelle der allgemein beschleunigenden Wirkung längerer Tage definierte Tageslängen angegeben werden. Es wurde ferner festgestellt, daß diese Tageslängenwirkung auf die Entwicklung und damit auf die vornehmlich durch sie beeinflussten Ertragskomponenten in den Zeitraum von der "Determination" bis zum "Ährenschieben" fällt. Folgerichtig ist für den Anbau der Sommerweizensorten unter natürlichen Bedingungen der Gang der Tageslängen während dieser früheren Entwicklungsstadien entscheidend, um eine "optimale" Ausdifferenzierung der Ertragskomponenten als Basis für die in der Kornbildungsphase entscheidende Stoffproduktion zu sichern.

Wenn nun in südlichen Breiten Tageslängen gegeben sind, welche eine Stundenzahl gar nicht erreichen, wie sie z. B. für die hier untersuchte Sorte "ORCA" in einigen Fällen als optimal gefunden wurde (mehr als 16 Stunden), so bedeutet dies nicht, daß diese Sorte im kürzeren Tag nicht auch einen vollständigen Entwicklungsgang durchmachen würde, der schließlich zu einem hohen Ertrag führen könnte. Es würde jedoch die gesamte Entwicklung dieser Sorte derart verzögert werden, daß sie in den allgemeinen Vegetationsablauf dieser südlichen Standorte nicht mehr einzuordnen wäre. Die Sorte würde für diesen Standort einfach zu spät. Andererseits kann eine "frühe Sorte" unter langen Tageslängenverhältnissen (z. B. "FLORENCE-AURORE" in nördlichen Breiten) so stark in ihrer Entwicklung beschleunigt werden, daß ihre Ertragskomponenten nur ungünstig zur Ausbildung kommen (z. B. Bestockung, Stufenzahl und Kornzahl pro Ähre). Gerade dieses letzte Beispiel macht deutlich, daß eine Sorte stets unter mehr oder weniger "suboptimalen" Bedingungen (s. auch WIENHUES 1961) angebaut werden sollte, als es ihrer schnellstmöglichen Entwicklung entspricht. Nur dann kann durch eintretende relative Entwicklungsverzögerung eine befriedigende Ausdifferenzierung der Ertragskomponenten erfolgen. Rückblickend wird in dieser Hinsicht noch einmal auf die besondere Bedeutung der Ausbildung höherer Stufenzahl

pro Ähre hingewiesen. Im Interesse der Erstellung einer optimalen Ausgangsbasis für die Kornbildungsphase "Ährenschieben bis Reife" ist sowohl die Züchtung von Sorten zu fördern, die genetisch bedingt die Potenz für eine höhere Ährchenzahl mitbringen, und die in Abhängigkeit von den Tageslängen- und Temperaturverhältnissen am Anbauort diese Potenz ausschöpfen.

Da bei den einzelnen Diskussionspunkten die Sortenunterschiede teilweise nur schwach in Erscheinung treten, wird in Tabelle 31 eine Gegenüberstellung für alle untersuchten Fragestellungen durchgeführt. So kann man feststellen, daß die Sorten "OPAL" und "KOLIBRI" in ihrem Entwicklungsablauf und in ihren Produktivitätseigenschaften recht gleichmäßig reagieren. Ein einziger Unterschied findet sich in der Verzögerung der Kornbildungsphase von "KOLIBRI" bei Tageslängen über 17 Stunden. Die Sorte "SUPER X" reagiert auf die Temperatur mit einer Verzögerung der Entwicklung in der Phase "A bis B" nicht im 13-Stunden-Tag und wird in der Phase "B bis Ährenschieben" erst durch Tageslängen über 17 Stunden beschleunigt. Die produktive Bestockung wird im Gegensatz zu "OPAL" und "KOLIBRI" gefördert, wenn in der Entwicklungsphase "Aufgang bis A" die Temperaturen über 10° C ansteigen. Diese positive Reaktion wurde bei keiner anderen Sorte festgestellt. Eine Beeinflussung der Kornzahl pro Ähre durch die Tageslänge konnte bei dieser Sorte im Gegensatz zu allen anderen nur in geringerem Umfang festgestellt werden. Beide Reaktionen dürften dem Anbau dieser Sorte unter kürzeren Tageslängenverhältnissen und bei höheren Temperaturen dienlich sein. Eine Beschleunigung der Sorte "SNABBE" in der Phase "A bis B" konnte erst bei Tageslängen oberhalb von 15 Stunden festgestellt werden. Die gleiche Reaktion zeichnet auch die Sorte "CHRIS" aus, die jedoch in der Länge der Kornbildungsphase bei Tageslängen oberhalb von 19 Stunden noch beschleunigt wird. Da diese Reaktion im Hinblick auf die Kornerträge als recht ungünstig zu bewerten ist, dürfte der Anbau von "CHRIS" und "REX" zu Mindererträgen im Kornertrag führen, wenn die Photoperiode in der Kornbildungsphase lang ist. Genau umgekehrt reagieren "RANG" und "ORCA" in dieser Beziehung, wodurch sie sich als Langtagsweizen auszeichnen.

Tabelle 31: Spezifische Reaktionen der untersuchten Sommerweizensorten auf Klimafaktoren x)

Phasendauer und Produktivitätseigenschaften	S o r t e n						
	Opal	Kolibri	Super X	Snabbe	Chris	Rex	Rang
Aufgang-D							
D - A	TL > 14 (4) LI, bei 12 Sd. > 22000 (-)	TL > 14 (4) LI, bei 12 Sd. > 22000 (-)	TL > 14 (4) LI, bei 12 Sd. > 22000 (-)	-	-	TL > 14 (4) hohe Temp. (-)	
A - B	TL > 13 (4) t, bei 13 Sd. > 12°C (-) t, bei 17 Sd. > 10°C (-)	TL > 13 (4) t, bei 13 Sd. > 12°C (-) t, bei 17 Sd. > 10°C (-)	TL > 13 (4) t, bei 13 Sd. > 12°C (-) t, bei 17 Sd. > 10°C (-)	TL > 15 (4) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 15 (4) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 13 (4) t, bei 13 Sd. > 12°C (-) t, bei 17 Sd. > 10°C (-)	TL > 14 (4) LI, bei 12 Sd. > 22000 (-)
B-Absch.	TL > 14 (4)	TL > 14 (4)	TL > 17 (4)	TL > 14 (4)	TL > 14 (4)	TL > 14 (4)	TL > 13 (4)
Absch.-GR	-	TL > 17 (-)	-	-	TL > 19 (4)	TL > 14 (4)	TL > 14 (4)
Produktive Bestockung in Phase (Aufgang-A)	TL > 12 (4) LI > 22000Lx(4) t > 10°C (-)	TL > 13 (4) LI > 22000Lx(4) t > 10°C (-)	TL > 14 (4) LI > 22000Lx(4) t > 10°C (-)	TL > 12 (4) t > 10°C (-)	TL > 12 (4) t > 10°C (-)	TL > 12 (4) t > 10°C (-)	TL > 13 (4) LI > 22000 (4)
Absch.-GR/Absch. in Phase (A-B)	TL > 15 (-) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 15 (-) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 15 (-) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 15 (-) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 15 (-) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 15 (-) t, bei 13 Sd. > 12°C (-)	TL > 15 (-)
Kernzahl/Absch. in Phase (B-Abschieben)	TL > 17 (-) LI > 22000 (4) t > 14°C (-)	TL > 17 (-) LI > 22000 (4) t > 14°C (-)	TL > 17 (-) LI > 22000 (4) t > 14°C (-)	TL > 17 (-) t > 14°C (-)	TL > 17 (-) t > 14°C (-)	TL > 17 (-) t > 14°C (-)	TL > 17 (-) LI > 22000 (4)
T. K. G. in Phase (Absch.-GR/Gabreife)	TL > 17 (4) LI, bei 17 Sd. > 22000 (-)	TL > 17 (4) LI, bei 17 Sd. > 22000 (-)	TL > 17 (4) LI, bei 17 Sd. > 22000 (-)	TL > 17 (4) t > 16°C (-)	TL > 17 (4) t > 16°C (-)	TL > 17 (4) t > 16°C (-) LI, bei 17 Sd. > 22000 (-)	TL > 17 (4) t > 16°C (-) LI, bei 17 Sd. > 22000 (-)

* = beschleunigt (bei Phasenlängen)
 + = positiv beeinflusst (bei Ertragskomponenten)
 - = verzögert (bei Phasenlängen)
 - = negativ beeinflusst (bei Ertragskomponenten)

TL = Tagelänge (Std.)
 LI = Lichtintensität (Lux)
 t = Temperatur (°C)

*) in diesem Schema wurde die durchschnittliche Temperatur von 24 Stunden angegeben

"FLORENCE-AUORE" schließlich erfährt bei einer allgemein raschen Entwicklung, auch unter kurzen Tageslängen, bemerkenswerterweise keine negative Beeinflussung des Tausend-Korn-Gewichtes durch höhere Lichtintensitäten in der Kornbildungsphase. Da außerdem "FLORENCE-AUORE", wie auch "OPAL" und "KOLIBRI", in der produktiven Bestockung und in der Kornzahl pro Ähre durch höhere Lichtintensität günstig beeinflusst wird, lassen diese spezifischen Reaktionen der Sorte ihre Anbaueignung unter kurzen Tageslängenverhältnissen und bei hoher Licht-einstrahlung erkennen. Somit wird deutlich, daß sich die einzelnen Sorten bzw. Reaktionstypen nur in wenigen Kriterien voneinander unterscheiden, die dennoch Anlaß sind, für Anpassungen an verschiedene ökologische Bedingungen. In dieser Frage spielt zweifellos auch die Anpassung bzw. Reaktion der Sorten auf andere hier nicht oder nur unzureichend untersuchte Umweltfaktoren hinein, wie z. B. der Düngung, der Ansprüche an den Wasserhaushalt, der genetisch bedingten Bestockungsneigung u. a. m. Somit konnte durch die Erkennung der Umwelteinflüsse auf die Entwicklung, die Ausbildung der Ertragskomponenten, Wachstum und Ertrag mehrerer Sorten in dieser Arbeit ein weiterer Beitrag zur vertieften Kenntnis des Produktivitätstyps "Sommerweizen" geliefert werden, der andererseits neue Fragen aufgeworfen hat und zur weiteren experimentellen Untersuchung in mehreren Richtungen auffordert.

IV. Zusammenfassung

1. In den Jahren 1971 und 1972 wurden im Phytotron des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität Gießen zwei Gefäßversuche mit Sommerweizenvarietäten zur Untersuchung des Einflusses von Tageslänge, Temperatur und Lichtintensität auf Wachstum, Entwicklung und Ertrag durchgeführt. Die Versuche wurden durch einen Kastenversuch und einen Feldversuch unter natürlichen Witterungsbedingungen ergänzt, in denen der Wirkung der Bodentrockenheit, der Saatstärke und N-Düngung auf verschiedene Sommerweizenvarietäten nachgegangen wurde. Zur Aussaat gelangten in allen vier Versuchen die Sommerweizensorten "OPAL", "KOLIBRI" und "SUPER X". Ferner wurden in einzelnen Versuchen zusätzlich die Sorten "RANG", "SNABBE", "REX", "FLORENCE-AURORE", "ORCA" und "CHRIS" angebaut. Im Kastenversuch wurden auch die Sorten "BANATKA" und "SAN MARTIN" in einigen Varianten mit untersucht.

2. Zunächst wurde in allen Versuchen der Entwicklungsverlauf durch mikroskopische Untersuchungen am Vegetationskegel und später durch makroskopische Feststellungen beobachtet. Die wichtigsten Reaktionsnormen der geprüften Sorten sind in der Tabelle 31 zusammenfassend dargestellt.

- a) Die Determination ("D"-Stadium) wird von Tageslänge und Temperatur nicht oder nur in geringem Umfang beeinflusst. Höhere Lichtintensität wirkt sich auf die Determination etwas beschleunigend aus.
- b) Der Beginn der Ährchenbildung ("A"-Stadium) wird durch zunehmende Temperatur beschleunigt, ebenso wirken sich oberhalb 14 Stunden längere Tage entwicklungsbeschleunigend aus. Es wurde aber gefunden, daß die Phasenlänge "D bis A" durch höhere Lichtintensität verzögert werden kann.
- c) Für den Beginn der Blütchenbildung ("B"-Stadium) können die gleichen Temperatur- und Tageslängeneinflüsse noch deutlicher festgestellt werden. Es wurde gezeigt, daß die Temperaturen von mehr

als 12°C im kurzen Tag und mehr als 10°C im langen Tag die Phase "A bis B" verlängern können.

- d) Das Ährenschieben tritt bei höheren Temperaturen, besonders bei gleichzeitig langem Tag deutlich früher ein. Die gleiche Wirkung haben zunehmende Tageslängen.
- e) Auch die Gelbreife wird bei höheren Temperaturen und unter längeren Tagen deutlich früher erreicht. Dieser Tageslängeneffekt tritt besonders bei einer Verlängerung der Photoperiode von 17 auf 19 Stunden in Erscheinung und ist weniger deutlich, wenn die Photoperiode auf über 19 Stunden verlängert wird. Unter diesen extrem langen Photoperioden wurden bei einigen Sorten ("RANG" und "ORCA") auch Verlängerungen in der Kornbildungsphase festgestellt.

3. Hinsichtlich der Ertragsstruktur konnte gefunden werden:

- a) daß die produktive Bestockung vom relativen Kurztag über den mittleren Tag zum Langtag bei allen Sorten gefördert wurde. Höhere Temperaturen dagegen führten zu einer geringeren Zahl ährentragender Halme/Gefäß. Die Sorte "SUPER X" verhielt sich jedoch umgekehrt. Hohe Lichtintensität hatte ebenfalls eine höhere produktive Bestockung zur Folge.
- b) Die Gesamtzahl Ährchen/Ähre wurde sowohl durch kürzere Tage als auch durch höhere Temperaturen positiv beeinflusst. Diese Wirkung erschien jedoch gleichzeitig von der in verschiedenen Entwicklungsabschnitten unterschiedlichen Beeinflussung der Entwicklungsdauer abhängig, so daß eine direkte Wirkung der Temperatur bzw. der Photoperiode auf die Ährchenzahl fraglich ist - höhere Lichtintensität konnte die Ährchenzahl/Ähre nicht beeinflussen.
- c) Die Reduktion von Ährchen an der Ährenbasis, die hauptsächlich während der Phasen "A bis B" und "B bis Ährenschieben" stattfinden durfte, sowie taube Ährchen an der Ährenspitze wurden im 13-Stunden-Tag am häufigsten festgestellt. Zunehmende Tageslängen vermindern die Gesamtzahl tauber Ährchen. Es konnte festgestellt werden, daß die Zahl nichtausgebildeter Ährchenanlagen an der Ähren-

basis stärkere umweltbedingte Schwankungen aufweist als die Taubheit an der Ährenspitze. Somit wurden mit zunehmender Tageslänge höhere Kornzahlen/Ähre gefördert.

- d) Eine Behandlung der Weizenpflanzen mit den (K-N-W) Temperaturen - kühl-normal-warm - waren von ungünstiger Wirkung auf die Kornzahl pro Ähre, wobei die Entwicklungsphase "Aufgang bis A" mit kühlen und "A bis Ährenschieben" mit normalen und schließlich die Kornbildungsphase mit warmen Temperaturen gefahren wurde, während hohe Lichtintensität sich bei einigen Sorten positiv auswirkte. Die höchsten Kornzahlen/Ähre wurden unter mittellangen Tagen in Abhängigkeit von mittleren Ährchenzahlen bei gleichzeitig hoher Fertilität der Ährchen gefunden.
- e) Es wurde festgestellt, daß das Tausend-Korn-Gewicht sowohl durch die Wachstumsbedingungen während der Kornbildungsphase (Ährenschieben - Gelbreife) als auch durch die Zahl der früher gebildeten Ähren/Pflanze als auch durch die Zahl Körner/Ähre beeinflusst wird. Allgemein führten längere Tage und relativ kühle Temperaturen in der Kornbildungsphase zu höheren Tausend-Korn-Gewichten. Bei der Wirkung der Lichtintensität wurde, bedingt durch höhere Kornzahl/Ähre, eher ein niedriges T. K. G. gefunden.

4. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß auch eine gegenseitige Beeinflussung der Ertragskomponenten gegeben ist. So hat eine hohe produktive Bestockung ungünstigen Einfluß auf die Zahl der Ährchen/Ähre. Ferner wurde gefunden, daß eine hohe Zahl angelegter Ährchen auch regelmäßig eine höhere Zahl tauber Ährchen/Ähre bedingt. Die Gunst der hier untersuchten Umweltfaktoren konnte diese Abhängigkeit nur mildern, jedoch nicht aufheben. Die Vielzahl der Einflüsse auf das T. K. G. ließen eine vermutete Beziehung zwischen T. K. G. und Kornzahl/Ähre nicht deutlich werden.

5. In der Diskussion der Ergebnisse zeigte sich, daß die umweltbedingten Längen der Entwicklungsphasen erwartungsgemäß einen Einfluß auf die Ausbildung der Ertragskomponenten haben. So wird die produktive Be-

stockung durch lange Tage positiv beeinflusst, wenn gleichzeitig die Länge des Entwicklungsabschnittes "Aufgang bis B" eine Verkürzung erfährt. Umgekehrt führen kühle Temperaturen über eine Verlängerung des Entwicklungsabschnittes "Aufgang bis A" ebenfalls zu höherer produktiver Bestockung. Wenn der Entwicklungsabschnitt "Aufgang bis B" durch kurze Tage verlängert wird, so führt dies andererseits zu einer Erhöhung der Stufenzahl/Ähre. Es wurde gezeigt, daß die Sorten "KOLIBRI", "SUPER X" und "FLORENCE-AUORE" eine höhere Kornzahl/Ähre aufweisen, wenn die Entwicklungsphasen "A bis B" und "B bis Ährenschieben" (Ährchen- und Blütenbildungsphasen) durch kürzere Tage verlängert werden. Die Sorten "OPAL", "RANG" und "ORCA" werden dagegen in der Kornzahl/Ähre durch die phasenverkürzende Wirkung längerer Tage nicht beeinflusst. Die Phasenlänge "Ährenschieben bis GR" wurde durch kühle Temperaturen positiv beeinflusst und gleichzeitig ließen sich höhere Tausend-Korn-Gewichte feststellen. Wird jedoch die gleiche Entwicklungsphase durch kürzere Tageslängen verlängert, so ist die Beeinflussung des Tausend-Korn-Gewichtes negativ und umgekehrt.

6. Als Ergebnis von Entwicklung und Ertragsstruktur wurde festgestellt:

- a) daß die Kornerträge durch den relativen Langtag bei allen Sorten positiv beeinflusst werden, und daß höhere Temperaturen zu niedrigeren Kornerträgen führen. Diese negative Temperaturwirkung war im kürzeren Tag geringer als im längeren Tag. Es wurde festgestellt, daß diese Tageslängenwirkung vorwiegend auf einen qualitativen Effekt der Photoperiode (Entwicklung) zurückzuführen ist, als auf eine quantitative Wirkung (Wachstum) der Lichtmenge. Nach dem Ährenschieben in der Kornbildungsphase kommt jedoch der quantitativen Wirkung des langen Tages die größere Bedeutung zu.

Höhere Lichtintensität - nur im kürzeren Tag untersucht - hat sich bei allen Sorten positiv auf die Kornerträge ausgewirkt. Bei den zur Anwendung gekommenen Unterschieden in der Lichtintensität und in der Tageslänge hat in Bezug auf die Kornerträge die höhere Lichtintensität die Differenz zwischen kurzem und mittellangem Tages-

längengang kompensiert, d.h. ein Mehr an Lichtintensität von rund 6000 LUX hatte die Wirkung eines zwei Stunden längeren Tages.

Eine geringere Wasserversorgung der Gefäße im Vergleich zur hohen Versorgung bei mittellangen Tagen führte bei einigen Sorten zu besseren Erträgen, was aber nur auf günstigere Wachstumsbedingungen, bedingt durch ein für Weizen günstigeres Luft-Wasser-Volumen im Boden, zurückgeführt wurde. Hinsichtlich der Entwicklung dominierte der Tageslängeneinfluß.

- b) Die Stroherträge haben auf unterschiedliche Klimabedingungen der Versuche eine geringere Beeinflussung erfahren als die Kornerträge. Insbesondere haben höhere Temperaturen stets zu niedrigeren Stroherträgen geführt. Kürzere Tage beeinflussten die Stroherträge positiv. Durch die höhere Lichtintensität wurden ebenfalls höhere Stroherträge erreicht. Die Reaktion der Sorten war jedoch nicht einheitlich. So führten längere Tage bei "SUPER X" und "CHRIS" eher zu einer höheren Strohproduktion, während "SNABBE" nur wenig reagierte.
- c) Die höchsten Gesamtrockenmassenerträge wurden im Langtag bei gleichzeitig kühlen Bedingungen festgestellt. Ferner führte auch höhere Lichtintensität - hier im kurzen Tag - zu einer hohen Gesamtproduktion.

7. Die besonderen Witterungsverhältnisse des Versuchsjahres 1971 führten sowohl im Kastenversuch als auch im Saatstärke- und Stickstoffdüngungs-Versuch im Feld zu sehr unvollkommenen N-Wirkungen, was auf den nicht beeinflussbaren Verlauf der Stickstoffmineralisation zurückgeführt wurde. So konnten in beiden Versuchen von der Düngung beeinflusste Entwicklungsunterschiede nicht festgestellt werden. Im Feldversuch war sogar eine signifikante Wirkung der N-Steigerung auf die Erträge ausgeblieben. Diese Wirkung des Stickstoffs konnte auch durch die durchgeführte Untersuchung des N-Gehaltes im Korn und Stroh bzw. durch die Berechnung der N-Aufnahme und -Verwertung bestätigt werden.

Somit kann hinsichtlich der N-Wirkung nur bestätigt werden, daß sowohl die produktive Bestockung als auch die Kornzahl/Ähre und zum Teil das T. K. G. durch N-Düngung positiv beeinflußt werden.

8. Die im Kastenversuch experimentell bewirkte starke Austrocknung des Bodens hat sich bezüglich der Entwicklung und der Länge der Phasen "D bis A" und "B bis Ährenschieben" beschleunigend ausgewirkt, was wieder zu geringeren Kornzahlen/Ähre und zusammen mit der geringeren Bestockung und den geringeren Tausend-Korn-Gewichten zu den beobachteten Ertragsrückgängen führte. Es wird vermutet, daß neben der H_2O -Versorgung auch trockenheitsbedingter N-Mangel gleichzeitig auf diese Ertragsbildung von Einfluß gewesen ist.

9. Die unterschiedlichen Saatstärken und damit Keimpflanzenzahlen/ m^2 im Feldversuch wurden durch die Bestockung weitgehend ausgeglichen, so daß auch in diesem Faktor keine deutlichen Entwicklungsunterschiede festgestellt werden konnten. Allgemein waren die gefundenen Differenzen zwischen den Saatstärken und N-Stufen innerhalb der Sorten nur gering und nicht signifikant, so daß im Versuch nur unterschiedliche signifikante Sortenleistungen festgestellt werden konnten. Es konnte jedoch anhand eines Vergleiches zwischen Entwicklungs- und Wachstumsbeobachtungen (Blattzahl, Nodienzahl, echte Schoßhöhe und Zahl der Seitentriebe) gezeigt werden, daß übliche Wachstumsbeobachtungen keine Rückschlüsse auf den Zustand der generativen Entwicklung erlauben.

10. Im Hinblick auf verschiedene Genotypen (Sorten) zeigten sich die Versuchsergebnisse geeignet, eine differenzierte Beschreibung der Reaktionstypen zu ermöglichen. Es wurde gefunden, daß z. B. die Sorte "FLORENCE-AURORE" als "Kurztagstyp" bezeichnet werden kann, während z. B. die Sorten "OPAL" und "KOLIBRI" als Typen für mittlere Tageslängen eingeordnet werden können. Zu dieser Gruppe ist auch die mexikanische Sommerweizensorte "SUPER X" zu rechnen. Die Sorte "RANG" und noch deutlicher die Sorte "ORCA" stellen ausgesprochene Langtagstypen dar.

Grundsätzlich haben sich unter den in dieser Arbeit untersuchten Umweltbedingungen die Sorten der "Mitteltagstypen" im Ertrag den "Lang- und Kurztagestypen" überlegen gezeigt. Am natürlichen Standort wird jedoch die relativ schnelle Entwicklung der Kurztagestypen bei relativ kurzen Tagen sowie umgekehrt die relativ langsame Entwicklung der Langtagstypen unter relativ langen Tagen von ausschlaggebender Bedeutung für das Leistungsvermögen der Sorten.

11. Die Versuchsergebnisse und ihre Auswertung, insbesondere auch im Hinblick auf die unterschiedlichen Genotypen, waren geeignet, einen Beitrag zu einer vertieften Beschreibung des Produktivitätstyps "Sommerweizen" zu leisten.

V. Literaturverzeichnis

- | | | |
|---|--------|--|
| Alleweldt, G. | 1956 | Die Wirkung von Temperatur und Photoperiode auf Wachstum, Entwicklung und Ertrag einiger Sommerweizen-Sorten. Diss. Gießen |
| Andersen, S. | - 1952 | Methods for determining stages of development in barley and oats. <i>Physiol. Plant.</i> Vol. 5, 199 - 210 |
| Bayles, B.B. und F.I. Martin | 1931 | Growth habit and yield in wheat as influenced by time of seeding. <i>J. Agr. Res.</i> 42, 483 - 500 |
| Bernard, C. | 1955 | Histogeneses of the influence and flower of <i>Triticum aestivum</i> . <i>Australian - J. of Botany</i> 3, 1 - 20 |
| Bingham, J. | 1966 | A paternal effect on grain size in wheat. <i>Nature</i> 209, 940 - 941 |
| Boekholt, K. | 1933 | Untersuchungen über den Entwicklungsrhythmus und die Ertragsstruktur von Sommerweizen-Sorten beim Anbau in verschiedenen klimatischen Bezirken Europas und der Einfluß der Herkunft auf die Kornbeschaffenheit, den Ertrag und die Struktur des Ertrages. <i>Ldw. Jahrb.</i> 78, 123 - 146 |
| Boguslawski, E.v. | 1965 | Das Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren und die Komplexwirkung. Vorträge für Pflanzenzüchter, Heft 9, 4 - 19 |
| Boguslawski, E.v. und Ch. Waldeck | 1954 | Blütenbiologische Untersuchungen bei Ölrrettich. <i>Z. f. Pfl.-Züchtung</i> 33, 133 - 150 |
| Boguslawski, E.v., A. Vömel und G. Reichert | 1954 | Nährstoffverhältnis in der Düngung und Ertragsbildung. <i>Z. f. Acker- und Pflanzenbau</i> 97, 267 - 298 |
| Boguslawski, E.v. und P. Limberg | 1959 | Phänologische und physiologische Daten zur Charakteristik der Produktivität unserer Kulturpflanzen. <i>Z. f. Acker- und Pflanzenbau</i> , Bd. 111, 1 - 22 |
| Boguslawski, E.v., A. Vömel und B. Bretschneider-Herrmann | 1962 | Das Phytotron in Rauisch-Holzhausen
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart |

- | | | |
|---|---------|---|
| Boguslawski, E.v.
P. Limberg und
B. Schneider | 1962/63 | Grundlagen und Gesetzmäßigkeit der Ertragsbildung. Z. f. Acker- und Pflanzenbau Bd. 116, Heft 3, 231 - 256 |
| Bonnett, O. T. | 1936 | The development of the wheat spike. Z. of agricultural research 53, 445 - 451 |
| Bonnett, O. T. | 1940 | Development of the staminate and pistillate infloreschenoes of sweet corn. J. Agric. Res. 60, 25 - 37 |
| Borthwick, A. H.
und S. B. Hendericks | 1961 | Effect of radiation on growth and development. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. 16, 299 - 326 |
| Bretschneider-
Herrmann, B. | 1962 | Das Phytotron in Rauischholzhausen. Z. f. Acker- und Pflanzenbau Bd. 115, H. 3, 213 - 222, Verlag Paul Parey, Berlin |
| Bretschneider-
Herrmann, B. | 1965 | Temperaturverlauf, Entwicklung, Wachstum und Ertragsbildung bei Hafer. Z. f. Acker- und Pflanzenbau Bd. 123, Heft 3, 209 - 224 |
| Bretschneider-
Herrmann, B. | 1967 | Untersuchungen über den Einfluß von Lichtintensität und Tageslänge auf den Ertrag von Hafer (<i>Avena sativa</i>) unter klimatisch kontrollierten Bedingungen. Angewandte Botanik Bd. XLI, Heft 1/2, S. 38 - 51 |
| Bretschneider-
Herrmann, B. | 1968 | Die Erforschung des Produktivitätstyps im Phytotron. <i>Studia biophysica</i> , Berlin Bd. 11, 247 - 254, Sonderdruck |
| Bretschneider-
Herrmann, B. | 1971 | Untersuchungen über den Einfluß von Tageslänge und Temperatur auf Entwicklung und Ertragsbildung einiger Sommerweizen-Varietäten. Sonderdruck aus Bericht über die Arbeitstagung 1971 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzüchter in Gumpenstein, 124 - 150 |
| Bretschneider-
Herrmann, B. | 1972 | "Effect of same simple temperature programs on spring wheat." Vortrag ISHS - Symposium, Hannover 1972, im Druck |
| Chinoy, J. J. und
K. K. Nanda | 1951 | Effect of vernalization on photoperiodic treatments on growth and development of crop plants. I - III
Physiol. 4, 209 - 223, 427 - 436, 575 - 591 |

- | | | |
|---|--------|---|
| Denffer, D. v.,
W. V. Schumacher,
K. Mägdefrau und
F. Firbas | 1967 | Lehrbuch der Botanik für Hochschulen,
287 - 292 |
| F A O | 1971 | Production Yearbook |
| Federow, A. K. | 1953 | Zur Frage der Differenzierung des Vegetationskegels in Verbindung mit der Stadienlehre der Pflanze (russ.)
Agrobiologia 79, 39 - 49 |
| Galinat, W. L. und
A. W. Nayler | 1951 | Relation of photoperiod to inflorescence proliferation in Zea mays. Amer. J. Bot. 38, 38 - 47 |
| Garner, W. und
H. A. Allard | 1920 a | Effect of lights on plants.
Ann. Rep. Smiths. Inst., S. 569 |
| Garner, W. und
H. A. Allard | 1920 b | Flowering and fruiting of plants controlled by length of day. Yb. U.S. Dep. Agricult., S. 352 |
| Garner, W. und
H. A. Allard | 1920 c | Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants.
J. Agric. Res. 18, 553 - 606 |
| Garner, W. und
H. A. Allard | 1923 | Further studies in photoperiodism, the reponse of the plant to relative length of day and night. J. Agric. Res. 23, 871 - 920 |
| Garner, W. und
H. A. Allard | 1927 | Effect of short alternating periods of light and darkness on plant growth. Sci. N.S. 66, 40 - 42 |
| Garner, W. und
H. A. Allard | 1931 | Effect of abnormally long and short alternations of light and darkness growth and development of plants. J. Agric. Res. 42, 629 - 651 |
| Gassner, G. | 1910 | Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima.
Jahresber. Verein angew. Bot. 8, 95 - 163 |
| Gassner, G. | 1918 | Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen.
J. Bot. 10, 417 |

- | | | |
|---|---------|---|
| Gassner, G. | 1953 | Untersuchungen zur physiologischen Charakterisierung unserer Weizensorten. Züchter 23, 193 - 206 |
| Gott, M. B.,
F. G. Gregory und
O. N. Purvis | 1955 | Studies in vernalization of Cereals XIII, Photoperiodic control of stages in flowering between initiation and ear formation in vernalised and unvernalisated Petkus winter rye. Ann. Bot. N.S. 21, 87 - 126 |
| Hänsel, H. | 1956 | Entwicklungsrelation verschiedener Organe von Winterweizen (<i>Triticum aestivum</i>). Z. Pflanzenzüchtung Bd. 35, 117 - 148 |
| Hänsel, H. | 1965 | Physiologie der Ertragsbildung und die Züchtung auf Ertrag bei Getreide. Z. Pflanzenzüchtung 54, 97 - 110 |
| Harder, R. und
D. v. Denffer | 1937 | Über das Zusammenwirken von Jarowisation und Photoperiodismus. Züchter 9, 17 - 23 |
| Hartisch, J. | 1939 | Über die Wirkung auf Keimstimmung auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen. 15, 265 - 288 |
| Hartsema, A. M. | 1961 | Influence of temperatures on flower formation and flowering of bulbous and tuberous plants. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. 16, 121 - 167, Springer Verlag |
| Hartsema, A. M.,
I. Luyteu und
A. H. Blaauw | 1930 | The optimal temperatures from flower formation to flowering of Darwin tulips II. Verh. Kon. Akad. Wet. Nature Sect. II 271, 1 - 46 |
| Heuser, W. und
W. Zeiner | 1936/37 | Der Einfluß der Keimstimmung durch Temperatur und Tageslänge auf den Entwicklungsrhythmus und die Ertragsstruktur verschiedener Sommerweizensorten und die Bedeutung für deren Saatzeitempfindlichkeit. Pflanzenbau 13, 106 - 119 |
| Hofmann, W. | 1937 | Physiologische Untersuchungen an Gersten und Betrachtungen über Winterfestigkeit im Hinblick auf die Züchtung winterfester Gerstenformen. Z. f. Pflanzenzüchtung 21, 273 - 293 |

- | | | |
|---|------|---|
| Honecker, L. | 1934 | Untersuchungen über den Einfluß der Jahreswitterung auf den Entwicklungsrhythmus und die Struktur des Ertrages bei Sorten und Neuzüchtungen von Sommerweizen. Ein Beitrag zur Ökologie des Sommerweizens
Ldw. Jahrb. 79, 371 - 392 |
| Hurd-Karrer, H. | 1933 | Comparative responses of a spring and a winter wheat of day length and temperature.
J. Agr. Res. 46, 867 - 888 |
| Kirby, E. J. M. | 1969 | The effects of day length upon the development and growth of wheat, barley and oats.
Field Crop. Abstr. 22, 1 - 7 |
| Kirby, E. J. M. | 1971 | Results of the fifth International Spring Wheat Yield Nursery, 1968 - 69.
Int. Maize and wheat Improvement Center Mexico, Research Bull. 19 |
| Klebs, G. | 1903 | Ein Beitrag zur Physiologie der Entwicklung. Jena, Fischer |
| Klebs, G. | 1904 | Über Probleme der Entwicklung.
Bio. Zbl. 24, 257 - 267, 449, 465, 545, 559 |
| Klebs, G. | 1913 | Fortpflanzung der Gewächse, Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. 4,
S. 228 - 296, Jena, Fischer |
| Kolderup, F. | 1970 | Effect of temperature and daylength on seed setting in sommer varieties of common spring wheat. Meldinger fra Norges Landbruks-shogskola, 49, 1 - 10 |
| Kopetz, L. M. | 1937 | Die Bedeutung des Tageslängenfaktors für die Beurteilung der Blühreife sommer-annueller Pflanzen. Züchter 9, 181 - 184 |
| Kostjěenko, J. A.
und T. J. C. Carubailo | 1937 | Vernalization of seed during ripening and its significance in practice.
Herbage Rev. 5, 146 - 157 |
| Kraus, A. und
H. D. Cremer | 1967 | Bevölkerungswachstum, Nahrungsmittelversorgung und wirtschaftliche Entwicklung.
In: Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern, Bd. 1,
1 - 19 |

- | | | |
|----------------------------------|------|---|
| Lawes, D.A. und
K.J. Treharne | 1971 | Variation in photosynthetic activity in cereals and its implications in a plant breeding programme. 1. Variation in seedling leaves and flag leaves. Euphytica 20, 86 - 92 |
| Limberg, P. | 1952 | Untersuchungen über den Einfluß der Aussaatzeit auf Entwicklung und Futterertrag von Lathyrus sativus. Diss. Gießen |
| Limberg, P. | 1958 | Untersuchungen über den Einfluß der Aussaatzeit auf die Entwicklung und das vegetative Wachstum der Saatplatterbse (Lathyrus sativus L.). Z. f. Acker- und Pflanzenbau 106, 425 - 460 |
| Limberg, P. | 1959 | Der Einfluß der Aussaatzeit auf die Ertragsbildung von Lathyrus sativus L. im Vergleich mit anderen Leguminosen. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 109, 141 - 172 |
| Limberg, P. | 1960 | Entwicklung, Wachstum und Ertragsbildung. Vorträge f. Pflanzenzüchter 6, 27 - 57 |
| Limberg, P. | 1961 | Ein Beitrag zur Ermittlung des Produktivitätstyps am Beispiel einiger Kulturpflanzen aufgrund ihrer Reaktion auf klimatische Wachstumsfaktoren. Habil. Schrift, Gießen |
| Limberg, P. | 1963 | Der Begriff des Produktivitätstyps und seine Bedeutung für die Arten- und Sortenwahl im Zwischenfruchtbau. Landbauforschung 2, 115 - 130 |
| Limberg, P. | 1972 | Zum Produktivitätstyp der Kulturpflanze (dargestellt an Beispielen). Handb. der Pflanzenernährung und Düngung, Bd. 1, 663 - 727 |
| Limberg, P. und
R. Enayat | 1959 | Der Einfluß klimatischer Wachstumsfaktoren auf Entwicklung und Ertragsleistung verschiedener Herkünfte von Trifolium alexandrinum L. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 111, 116 - 150 |
| Linser, H. | 1967 | Das Wachstum lebender Systeme. Umschau in Wissenschaft und Technik 12, 381 - 387 |

- | | | |
|---|------|---|
| Linser, H.,
G. Lach,
L. Titze | 1968 | Systemwachstum und Produktionswachstum bei Weizen und Ölrettich. Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 121, 199 - 211 |
| Linzbach, A. J. | 1962 | Das biologische Wachstum
Naturwissenschaften 42, 368 - 372 |
| Lockhardt, J. A. | 1951 | Mechanism of the photoperiodic process in higher plants. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. 15, 390 - 438 |
| Lucanus, R. | 1955 | Entwickungsverlauf und Ertragsbildung von Brassica Juncea L. (Coss) in Abhängigkeit von Temperatur und Tageslänge. Diss. Gießen, 1955 |
| Lyssenko, T. D. | 1951 | Agrobiologie
Berlin: Verlag Kultur und Fortschritt |
| Maximow, N. A. | 1929 | Experimentelle Änderungen der Länge der Vegetationsperiode bei den Pflanzen.
Biol. Zentralbl. 49, 513 |
| Maximow, N. A. und
A. J. Pojarkowa | 1925 | Über die physiologische Natur der Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergetreide. Jb. wiss. Bot. 64, 702 - 730 |
| McKinney, H. H.
und W. J. Sando | 1935 | Earliness of sexual reproduction in wheat as influenced by temperature and light to growth phases. J. Agr. Res. 51, 621 - 641 |
| Melchers, G.
und A. Lang | 1948 | Die Physiologie der Blütenbildung
Biol. Zentralbl. 67, 105 - 174 |
| Meyer, B. S. und
D. B. Anderson | 1952 | Plant physiology
D. V. Nostrand C. inc., N. Y. II. Aufl. |
| Michael, G. | 1971 | Hormonale Steuerung der Einlagerungsvorgänge von Assimilaten in das Getreidekorn. Vortrag auf der Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Pflanzenernährung in Berlin. |
| Moss, D. N.,
E. G. Kreuyer und
W. A. Brun | 1969 | Carbon dioxide compensation points in related plant species. Science 164, 187 - 188 |

- | | | |
|--|---------|---|
| Napp-Zinn, K. | 1961 | Vernalisation und verwandte Erscheinungen. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. 16, 24 - 75 |
| Naylor, W. | 1961 | The photoperiodic control of plant behaviour. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. 16, 331 - 389 |
| Nehring, K. | 1960 | Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden für Dünge- und Futtermittel, Boden und Milch. Verl. Paul Parey, Berlin - Hamburg |
| Niopek, I. | 1960 | Der Einfluß des Licht- und Temperaturfaktors auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung bei Mais und Sorgum. Diss. Gießen |
| Noguchi, Y. | 1928-30 | Studien über die Entwicklung der Infloreszenzen und der Blüten bei Getreidepflanzen. J. of the College of agric. Tokio Vol. X, 247 - 303 |
| Plarrer, W. | 1971 | Wechselwirkungen zwischen Genotyp und Umwelt bei high yielding varieties. Bericht Arb. Tag. der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler in Gumpenstein, 30 - 71 |
| Purvis, O.N. | 1961 | The physiological analysis of vernalization. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. III, 76 - 122 |
| Rasumow, V.I. | 1930 | Über die photoperiodische Nachwirkung im Zusammenhang mit der Wirkung verschiedener Aussaattermine auf die Pflanzen. Planta 10, 345 - 373 |
| Rawson, H.M. | 1970 | Spikelet number, its control and relation to yield per ear in wheat. Austral. J. Biol. Sc. 23, 1 - 15 |
| Ray, N. und
B. Bretschneider-
Herrmann | 1969 | Über den Einfluß von Tageslänge, Temperatur und Stickstoffdüngung auf Entwicklung, Wachstum und Ertrag von Sommergerste (<i>Hordeum distichum</i>). Z. f. Acker- und Pflanzenbau, 214 - 238 |
| Ridell, J.A. und
G.A. Gries | 1958 a | Development of spring wheat: III Temperature of maturation and age of seeds as factors influencing their response to vernalization. Agran. J. 50, 743 - 746 |

- | | | |
|---|---------|--|
| Ridell, J.A. und
G.A. Gries | 1958 | Development of spring wheat: II
The effect of temperature on responses
photoperiod. Agran. J. 50, 739 - 742 |
| Ridell, J.A.,
G.A. Gries und
F.W. Stearns | 1958 | Development of spring wheat: I
The effect of photoperiod. Agran. J. 50,
735 - 738 |
| Rudorf, W. | 1934/35 | Über den Begriff der Frühreife bei Sommer-
getreide und Erbsen und über die lichtperio-
dische Rückwirkung aus verschiedenen geo-
grafischen Breiten. Pflanzenbau 11, 209 - 219 |
| Rudorf, W. | 1935 | Keimstimmung und Keimpflanzenstimmung
in ihren Beziehungen zur Züchtung.
Züchter 7, 193 - 199 |
| Rudorf, W. und
J. Hartisch | 1936 | Bedingungen des Entwicklungsverlaufs bei
höheren Pflanzen mit besonderer Berück-
sichtigung der landwirtschaftlichen Kultur-
pflanzen. Forschungsdienst 1, 39 - 47 |
| Rudorf, W. und
O. Schröck | 1941 | Neuere Beobachtungen über den Photoperio-
dismus. Z. Pflanzenzüchtung 24, 108 - 133 |
| Sampson, D.R. und
V.D. Burrows | 1972 | Influence of photoperiod, short-day vernali-
zation, and cold vernalization on days to
heading in avena species and cultivars.
Canad. I. of pl.Sc. 52, Nr. 4, 471 - 482 |
| Schick, R. | 1932 | Photoperiodismus
Züchter 4, 122 - 135 |
| Schmalz, H. | 1953 | Entwicklungsphysiologische Untersuchungen
am Saatweizen Triticum aestivum L., ins-
besondere über die Bedeutung der photo-
periodischen Veranlagung für die Ausbil-
dung der Sortencharaktere. Z. f. Pflanzen-
züchtung 32, 27 - 78 |
| Schulze, E. | 1957 | Photoperiodische Versuche an mehrjährigen
Futterpflanzen. Z. f. Acker- und Pflanzen-
bau 103, 198 - 226 |
| Stelzner, G. und
J. Hartisch | 1938 | Entwicklungsphysiologische Grundlagen an
Getreide. Angew. Bot. 20, 156 - 178 |

- | | | |
|-----------------|------|---|
| Stoy, V. | 1963 | Photosynthesis, respiration and carbohydrate accumulation in spring wheat in relation to yield. <i>Physiol. Plantarum</i> , Suppl. IV, 1 - 125 |
| Stoy, V. | 1966 | Funktion von Blatt, Halm und Ähre bei der Ertragsbildung von Getreide. Bericht Arb. Tag. der Arbeitsgemeinschaft der Saatzucht-leiter in Gumpenstein 1966, S. 29 - 49 |
| Troll, H.J. | 1940 | Vegetationsbeobachtungen an Lupinen in verschiedenen geographischen Breiten. <i>Züchter</i> 12, 129 - 139 |
| Volk, A. | 1936 | Die Bedeutung der Keimtemperatur und der Tageslänge für die Entwicklung der Pflanzen. <i>Forschungsdienst</i> 1, 113 - 123 |
| Vömel, A. | 1955 | Wachstumsverlauf, Entwicklung und Korn-ertragsbildung der weißen Lupine (<i>Lupinus albus</i> L.) in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren. <i>Z. f. Pflanzenzüchtung</i> 35, 199 - 238 |
| de Vos, N.M. | 1970 | Interaction of temperature and photoperiods in spring cereals. <i>Eucarpia</i> , Proc. Meet. Dijon, 85 - 102, Dijon. |
| Voss, J. | 1934 | Die Unterscheidung von Sommer- und Winterweizen. <i>Züchter</i> 6, 19 - 24 |
| Voss, J. | 1939 | Weitere Untersuchungen über Entwicklungsbeschleunigung an Weizensorten, insbesondere an Winterweizen. <i>Pflanzenbau</i> 15, 1 - 35, 49 - 79 |
| Walter, H. | 1947 | Die Grundlagen des Pflanzenlebens. Ulmer Verlag, Stuttgart |
| Walter, H. | 1956 | Klimadiagramme als Grundlage zur Feststellung von Dürrezeiten. <i>Wasser und Nahrung</i> , 42 - 50 |
| Welde, Johannes | 1963 | Die Wirkung des Stickstoffs auf die Produktivitätseigenschaften von Sommerweizen in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren. Diss. Gießen |
| Went, F.W. | 1944 | Plant growth under controlled conditions II. Thermoperiodicity in growth and fruiting of the tomato. <i>Amer. J. Bot.</i> 31, 135 - 140 |

- | | | |
|-------------------------------------|------|--|
| Went, F.W. | 1945 | Plant growth under controlled conditions V.
The relation between age, light, variety
and thermoperiodicity of tomatoes.
Amer. J. Bot. 32, 469 - 479 |
| Went, F.W. | 1957 | The experimental control of plant growth.
Waltham Mass.: Cronica Botanica Co. |
| Went, F.W. | 1961 | Temperature
Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. 16
S. 1 - 23, Berlin - Göttingen - Heidelberg:
Springer |
| Wienhues, F. | 1961 | Frühreife und Ertragsbildung bei Weizen in
Abhängigkeit von der entwicklungsphysiolo-
gischen Veranlagung und den Klimafaktoren
Licht und Temperatur. Z. f. Pflanzenzüch-
tung 46, 46 - 66 |
| Williams, R.F.
und C.N. Williams | 1968 | Physiology of growth in the wheat plant. IV.
Effects of daylength and lightenergy level.
Austral. I. Biol. Sc. 21, 835 - 854 |

VI. A N H A N G

Tabelle I

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971
Tageslängen- und Temperaturwirkung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung
von Sommerweizensorten
Phasendauer in Tagen

Sorten	Entwicklungsphasen	Klimavarianten x)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Opal	KT-12-13-14-17-Std.-Tag	15	15	15	15	16	15	16	15
	Aufgang bis "D"	12	13	11	8	6	7	20	13
	"D" bis "A"	22	35	17	15	16	16	28	10
	"A" bis "B"	45	27	35	32	34	23	28	39
Kolibri	Ährensch. bis GR	59	54	60	52	60	48	50	67
	Aufgang bis "D"	16	15	15	15	16	15	16	15
	"D" bis "A"	12	8	13	12	6	7	21	13
	"A" bis "B"	21	37	18	16	16	16	27	13
Super X	"B" bis Ährensch.	44	32	31	27	31	21	29	35
	Ährensch. bis GR	58	52	62	52	58	50	49	63
	Aufgang bis "D"	15	15	15	15	16	15	16	15
	"D" bis "A"	12	8	12	8	9	7	16	13
Snabbe	"A" bis "B"	19	15	11	15	16	16	14	13
	"B" bis Ährensch.	37	38	37	24	28	21	36	33
	Ährensch. bis GR	75	70	74	63	72	59	65	77
	Aufgang bis "D"	16	16	16	16	16	15	16	15
Chris	"D" bis "A"	11	7	11	7	11	7	20	13
	"A" bis "B"	19	27	17	15	11	19	19	16
	"B" bis Ährensch.	43	41	33	30	32	18	34	29
	Ährensch. bis GR	57	48	57	51	55	47	43	62
Rex	Aufgang bis "D"	16	16	15	15	17	16	16	15
	"D" bis "A"	12	13	13	13	11	11	18	13
	"A" bis "B"	16	21	16	15	13	14	18	13
	"B" bis Ährensch.	38	27	29	22	27	17	29	32
	Ährensch. bis GR	64	65	62	57	57	51	51	61
	Aufgang bis "D"	16	20	15	15	16	15	16	15
	"D" bis "A"	11	10	12	8	6	7	18	13
	"A" bis "B"	17	21	17	15	16	16	25	13
	"B" bis Ährensch.	46	39	32	30	27	21	31	29
	Ährensch. bis GR	56	49	59	47	54	46	42	64

x) Erläuterung zu Klimavarianten siehe Tabelle 4 (s. 39) und Text

Phytotron-Gefäßversuch 1 1971
Stickstoffgehalte in % Trockenmasse

Sorte	Klimavariante															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Opal	2,423	0,976	2,718	1,059	2,131	0,664	2,406	0,898	2,123	0,584	2,477	0,942	2,793	0,993	1,902	0,517
Kolibri	2,314	0,672	2,593	0,842	2,365	0,543	2,548	0,858	2,293	0,551	2,576	0,692	2,736	1,035	2,042	0,393
Super X	2,419	1,685	2,594	1,793	2,285	1,001	2,493	1,359	2,218	0,985	2,360	1,359	2,740	1,844	2,062	0,625
Snabbe	2,711	1,365	2,928	1,838	2,727	0,959	2,852	1,192	2,352	0,826	2,664	1,176	2,994	1,544	2,068	0,551
Chris	2,727	1,184	2,923	1,552	2,636	0,751	2,919	1,010	2,510	0,593	2,827	0,943	2,053	1,194	2,243	0,460
ex	3,429	1,635	2,944	1,697	2,768	1,068	2,731	1,244	2,544	0,867	2,744	1,301	2,385	1,768	2,268	0,760

Tabelle III

Kastenversuch 1971
Stickstoffgehalte in % Trockenmasse

Sorte	Dügg. Stufe	trocken (tr)		natürlich-feucht (nf)	
		Korn	Stroh	Korn	Stroh
Opal	N ₁	1,989	0,364	1,574	0,173
	N ₂	2,610	0,597	1,906	0,214
Kolibri	N ₁	1,964	0,248	1,724	0,164
	N ₂	2,403	0,356	1,939	0,207
Super X	N ₁	1,906	0,297	1,715	0,256
	N ₂	2,237	0,413	1,884	0,231
Snabbe	N ₁	2,188	0,315	1,839	0,198
	N ₂	2,651	0,464	1,988	0,202
Rex	N ₁	1,881	0,331	1,873	0,207
	N ₂	2,452	0,464	1,947	0,248
Rang	N ₁	2,510	0,364	1,715	0,173
	N ₂	2,881	0,446	1,980	0,215
Orca	N ₁	1,964	0,389	1,474	0,178
	N ₂	2,861	0,654	1,906	0,231
Banatka	N ₁	2,601	0,637	2,063	0,191
	N ₂	-	-	-	-
San Martin	N ₁	-	-	-	-
	N ₂	3,131	0,488	2,428	0,248
N ₁		= 80 (40 + 40) kg/ha			
N ₂		= 140 (60 + 40 + 40) kg/ha			

Tabelle IV

Feldversuch 1971
Stickstoffgehalte in % Trockenmasse

Sorte	Dgg. Stufe	I=400 kfK/m ²		II=500 kfK/m ²		III=600 kfK/m ²	
		Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1) Opal	N ₁	2,030	0,431	1,988	0,500	2,069	0,439
	N ₂	2,128	0,534	2,152	0,633	2,235	0,525
2) Kolibri	N ₁	2,252	0,392	2,177	0,392	2,246	0,425
	N ₂	2,427	0,442	2,419	0,442	2,452	0,442
3) Super X	N ₁	2,185	0,541	2,077	0,431	2,185	0,558
	N ₂	2,235	0,575	2,327	0,550	2,314	0,609
4) Snabbe	N ₁	2,443	0,450	2,402	0,525	2,427	0,520
	N ₂	2,567	0,625	2,589	0,542	2,609	0,658
5) Rex	N ₁	2,369	0,426	2,261	0,471	2,327	0,525
	N ₂	2,552	0,492	2,508	0,533	2,485	0,550
6) Rang	N ₁	2,361	0,497	2,387	0,525	2,303	0,471
	N ₂	2,543	0,658	2,423	0,517	2,461	0,575

N₁ = 80 kg/ha (50 + 30)

N₂ = 120 kg/ha (60 + 30 + 30)

I - III = Saatstärken

kfK = keimfähige Körner

An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer,
Herrn Professor Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski,
für die Überlassung des Themas und für seine wertvollen
Anregungen und Förderungen, die er mir zuteil werden
ließ, meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. B. Bretschneider-
Herrmann für seine ständige Hilfsbereitschaft, die wert-
vollen Anregungen und die Unterstützung bei der Fertig-
stellung dieser Arbeit.

Weiterhin danke ich allen Institutsangehörigen, besonders
Fräulein Elke Sachs, die zur Fertigstellung dieser Arbeit
beigetragen haben.

LEBENS LAUF

Am 21.4.1938 wurde ich als Sohn des Kaufmanns M. Djafar Babaey und seiner Ehefrau Robabe in Täbris/Iran geboren.

1945 - 1952	Grundschule
1952 - 1959	Gymnasium mit Naturwissenschaftlichem Abitur in Teheran
1961	Ankunft in Deutschland
1961 - 1963	Immatrikuliert in der Medizinischen Fakultät der Saarländischen Universität
1963 - 1966	Unterbrechung des Studiums
1966	Immatrikulation im Wintersemester an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus Liebig- Universität Gießen
1967	Landwirtschaftliches Praktikum
1970	Diplomprüfung im Dezember
1971	ab März Doktorand am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität Gießen

**FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641 - 77449**